Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

DER EINFLUSS VERSCHIEDENER MODELLATIONSARTEN AUF DIE PASSGENAUIGKEIT DES KRONENRANDES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Dietrich Rösler
aus Stetten/R

1977

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

DER EINFLUSS VERSCHIEDENER MODELLATIONSARTEN AUF DIE PASSGENAUIGKEIT DES KRONENRANDES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Dietrich Rösler
aus Stetten/R

1977

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan : Prof. Dr. R. Lempp

Berichterstatter : Prof. Dr. E. Körber

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Literatur	2
2.1.	Untersuchungsbefunde	2
2.2.	Methodik	3
2.2.1.	Präparation	4
2.2.2.	Abdruck	5
2.2.3.	Herstellung des Modellstumpfe	7
2.2.4.	Wachs	8
	- Modellation	9
	- Wachsentspannung	9
2.2.5.	Einbettung	10
2.2.6.	Guß	11
2.2.7.	Zementieren	11
2.3.	Meßmethoden	13
3.	Arbeitsgänge und Material	15
3.1.	Zielsetzung	15
3.2.	Klinischer Teil I	15
3.2.1.	Zähne	15
3.2.2.	Präparation	16
3.2.3.	Abdruck	17
3.3.	Zahntechnischer Teil	17
3.3.1.	Modellherstellung	17
3.3.2.	Modellation	18

Seite

3.3.3.	Einbetten	20
3.3.4.	Guß	20
3.3.5.	Ausarbeitung	22
3.4.	Klinischer Teil II	23
3.4.1.	Zementieren	23
3.5.	Auswertung	23
3.5.1.	Schliffherstellung	23
3.5.2.	Ausmessung	24
3.6.	Statistik	25
4.	Ergebnisse	28
4.1.	Auswertung der Ergebnisse	28
4.1.1.	Modellationsart I	32
4.1.2.	Modellationsart II	33
4.1.3.	Modellationsart III	35
4.1.4.	Modellationsart IV	36
4.2.	Statistik	37
4.2.1.	Mittelwerte und Standardabweichung	37
4.2.2.	Relative Häufigkeitsverteilung Histogramme	40
4.2.3.	Varianzanalyse	41
5.	Diskussion	56
5.1.	Herstellung der Kronen	56
5.2.	Modellation	58

Seite

5.2.1.	Wachs	58
5.2.2.	Ergebnisse	59
5.3.	Schlußfolgerung	62
6.	Zusammenfassung	63
7.	Literaturverzeichnis	65

1. EINLEITUNG

Mangelhaft gestaltete Kronen führen zu einer Reihe von pathologischen Folgeerscheinungen. Am häufigsten sind hierbei Entzündungen, Gingivaretraktionen und Zahnlockerungen zu nennen.

Wie aus den Untersuchungen von KÖNIG (22) und KÖRBER (23) hervorgeht, können bereits 3 Monate nach Eingliederung einer Krone entzündliche Prozesse am marginalen Parodontium auftreten. Gleichzeitig wurde festgestellt, daß abstehende Kronenränder bei Ringbandkronen zwar häufiger vorkommen als bei Vollgußkronen, jedoch einen geringeren Reiz auf das marginale Parodontium ausüben. Da heute die Eingliederung von Ringbandkronen immer seltener wird, haben wir uns in der vorliegenden Arbeit ausschließlich auf die Gestaltung des Kronenrandes bei Vollgußkronen beschränkt.

Der exakte Randschluß ist definiert als das überall gleichmäßige Anliegen des gesamten Kronenrandes am Stumpf (REHBERG (37)).

Von VOSS (44) wird eine Randspaltbreite von 50 μ als optimal bezeichnet, da diese Breite vom Organismus noch toleriert wird.

WEIKART (47) forderte schon 1956 20 μ, die er aus werkstoffkundlichen Überlegungen heraus für durchaus realisierbar hielt.

In der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, inwieweit durch eine verstärkte Modellation des Kronenrandes in Wachs, Einfluß auf den exakten Randschluß zu nehmen ist.

2. LITERATUR

2.1. UNTERSUCHUNGSBEFUNDE

Über die eingangs erwähnten pathologischen Folgeerscheinungen, die durch eine unsachgemäße Gestaltung des Kronenrandes verursacht werden können, sind eine ganze Reihe von Nachuntersuchungen angestellt worden.

So untersuchte HÜTTNER (19) bei 108 Patienten 558 Kronen beziehungsweise Brückenanker. Dabei ergab sich, daß Veränderungen am marginalen Parodontium bei Kronen mit technischen Mängeln in 80 %, bei solchen ohne technische Mängel jedoch nur in 38 % der Fälle nachzuweisen waren. Gleichzeitig wurde festgestellt, daß nur 9,6 % der Bandkronen, aber 71,4 % der Vollgußkronen technisch keine Mängel aufwiesen.

Diese Tatsachen wurden durch die Untersuchungen von KÖRBER (23) bestätigt: "Die Kronenränder stehen bei Ringbandkronen wesentlich häufiger ab als bei Vollgußkronen, im Verhältnis jedoch, treten Entzündungen bei den abstehenden Ringbandkronen deutlich seltener auf, als bei den abstehenden Vollgußkronen."

GROPP und SCHWINDLING (15) kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß bei den von ihnen untersuchten 320 Kronen nur 12 % einen einwandfreien Randschluß hatten. Außerdem zeigten ihre Untersuchungen, "daß die pathologischen Erscheinungen umso stärker sind, je mehr Fehler in der Kronenrandgestaltung vorkommen."

REHBERG (37) fordert daher nicht nur wegen der oben angesprochenen entzündlichen oder degenerativen Veränderun-

gen der Gingiva, die entweder direkt durch abstehende Kronenränder oder indirekt durch die dadurch bedingte Retention von Speiseresten verursacht werden, sondern auch wegen des Neu- und Wiederauftretens von kariösen Läsionen einen exakten Randschluß. Außerdem zitiert er die Feststellung von KNAPPWOST, nach der dieAuflösungsgeschwindigkeit des Zementes in engen Spalten mit der 3. Potenz der Spaltweite ansteigt. Das heißt, daß ein doppelt so großer Spalt eine 8mal schnellere Auflösung des Zementes nach sich ziehen würde.

2.2. METHODIK

Über die Dimensionsabweichungen bei der Gesamtherstellung einer Krone, also von der Präparation bis zum Einsetzen, sind bislang erst wenige Arbeiten veröffentlicht worden.

Die weitaus meisten Arbeiten im Bereich der Kronenprothethik befassen sich jedoch mit den einzelnen Arbeitsgängen.

So fand MOOSLEITNER (31) 1960 in einer Versuchsreihe, in der er sich am klinischen Herstellungsverfahren orientierte, bei Vollgußkronen Spaltbreiten bis zu 500 µ, während PETERS (33) 1966 mit Hilfe eines photographischen Meßverfahrens auf Werte von 100 µ bis 300 µ kam.

In der 1971 von WINDECKER und OHLE (48) durchgeführten Arbeit über den Einfluß des Herstellungsverfahrens auf den Randschluß von Kronen, bei der die Kronen zur Darstellung der Spaltbreite auf versilberte Modellstümpfe aufzementiert wur-

den, ergaben sich bei Vollgußkronen die günstigsten Werte, nämlich zwischen 0 µ und 70 µ.

2.2.1. Präparation

EICHNER (9) gibt 6 verschiedene Arten der Präparation an (Abb. 1), von denen LEHMANN (27) drei für allgemein gebräuchlich ansieht (Abb. 1, Nr. 2, 4, 5).

VEST (45) verlangt eine Versenkung des subgingival reichenden Kronenrandes in die Zahnhartsubstanz um parodontale Reizungen zu vermeiden.
Auch SCHMEISSNER (40) fordert die subgingivale Stufenpräparation, weil:

1) die Krone dem Stumpf weit besser angepaßt werden kann
2) sich die Stufe auf dem Abdruck beziehungsweise dem späteren Modellstumpf genau abzeichnet.

DEMMEL (6) hingegen gibt zu bedenken, daß die Stufenpräparation einen breiten Zementspalt ergibt und folgert daraus: "Die Stufenpräparation setzt immer eine größere Zementschicht den korrosiven Mundverhältnissen aus als die stufenlose Präparation. Da es aber bisher keine wirklich mundbeständigen Zemente gibt, muß aus dieser Sicht die Stufenpräparation als nachteilig angesehen werden."

Unter diesen Aspekten scheint die Hohlkehlenpräparation, wie sie von VOSS (44) gefordert wird, die beste Lösung zu sein. Hier-

bei ist der exakte Randschluß nur bei der "kontrollierten Gußkrone" zu erwarten, wobei der Zahn mit einer gerade noch erkennbaren schulterförmigen Präparation beschliffen wird, die nach exakter Abdrucknahme am Modell genau zu sehen ist und somit dem Techniker einen Anhaltspunkt gibt, wo und wie er den Rand der Krone enden lassen muß. ONTRUP (32) schlägt für die Erzielung eines exakten Randschlusses eine Nacharbeitung mit Papierschleifscheiben vor, um die bei der Präparation mit Diamantschleifen entstandene Rauhtiefe von 30 µ bis 50 µ auf etwa 2 µ zu reduzieren. Ähnliche Werte ermittelte EIFINGER (11).

2.2.2. Abdruck

Als Bindeglied zwischen Praxis und Labor kommt dem Abdruck höchste Bedeutung zu. Nach PFANNENSTIEL (34) werden heute überwiegend gummielastische Abdruckmaterialien zur Abformung von Kronen und Brücken verwendet.

1965 beschrieb HOFMANN (17) den Korrekturabdruck mit Silaplast/Silasoft. Er empfahl, bei der Abdrucknahme "grundsätzlich den kleinsten, gerade noch passenden Löffel" zu wählen.

Dem steht die Forderung von EINFELD (zitiert bei VOSS (43) gegenüber, keine engen Löffel zu benutzen, da die Ungenauigkeit des Abdrucks umso größer ist, je enger der Löffel gewählt wird.

Die Schichtdicke des Abdruckmaterials sollte, nach BERGMANN und KÖRBER (2), möglichst gering sein. Um eine kurzfristige

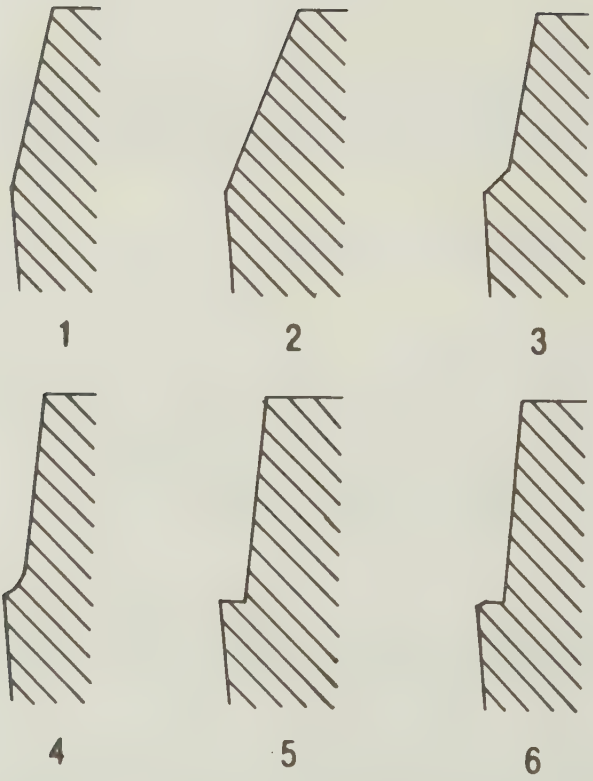


Abb. 1: Unterschiedliche Präparationsformen (nach EICHNER)

1) steil konisch
2) flach konisch
3) schräge zirkuläre Stufe
4) sogenannte Hohlkehlenpräparation
5) zirkuläre Stufe mit rechtwinkliger Kante
6) zirkuläre Stufe mit gebrochener Kante, sogenannter Federrand.

Deformierung bei untersichgehenden Stellen zu ermöglichen, sollte diese Schichtdicke, nach Ansicht der Autoren, jedoch mindestens 3 mm betragen.

In der von VOSS (43) geleiteten Diskussion über Abformung und Modell wird von MARXKORS festgestellt, daß der Korrekturabdruck mit Optosil/Xantopren blau beim sofortigen Ausgießen zu klein ist. Werden hingegen diese Abdrücke erst nach 24 Stunden ausgegossen, so sind die daraus resultierenden Modellstümpfe fast dimensionsgleich mit dem Zahn.

Der Doppelmischabdruck mit Silaplast/Silasoft sollte im Gegensatz dazu sofort nach der Abdrucknahme ausgegossen werden, um eine fast originalgetreue Abformung darzustellen (KÖRBER und LEHMANN (24)).

2.2.3. Herstellung des Modellstumpfes

Der zur Zeit an unserer Klinik verwendete Modellhartgips Vel - Mix Stone wird außer von CAESAR (3) auch von LEHMANN und LANGE (28), die mit ihm die besten Ergebnisse erzielten, empfohlen.

POERTZEL (35) verwendete bei seinen Untersuchungen Duroc und Moldaroc, die er als besonders feinkörnig und extrahart beschrieb.

JANKE (20) fordert, daß das Modell formgetreu, bruch- und schabefest sein soll. Außerdem darf das Material möglichst

keine "Eigenprofilierung" aufweisen. Als Modellmaterial verwendete er Moldano und Duroc. Um eine erhebliche Verbesserung der Modelleigenschaften zu erreichen, schleuderte er den Hartgipsbrei in den Abdruck und erzielte somit eine Erhöhung der Brinell-Härte um 80 % (nach ÖSTLUND).

KÖRBER und LENZ (25) empfehlen das Anlegen einer zirkulären Rinne, deren Oberrand identisch mit der echten Demarkationslinie ist.

Dasselbe wird auch von MARXKORS (29) und VOSS (43) gefordert, die jedoch zu bedenken geben, daß die Präparationsgrenze später nicht vom Techniker verlängert werden darf.

2.2.4. Wachs

Arbeitsregel Nr. 1 für das Arbeiten mit Gußwachsen ist nach DREYER JØRGENSEN (7) die Verwendung ausschließlich solcher Wachse "bei denen die Fabriken garantieren, daß sie in Übereinstimmung mit einer der existierenden Standard-Spezifikationen sind." Weiter fordert er, daß die Plastifizierungstechnik, bei der das Wachs in weichem aber nicht flüssigem Zustand aufgetragen wird, der Schmelztechnik vorgezogen wird. Eine Ausnahme stellt,seiner Meinung nach, die Kronenmodellation dar, bei der das Wachs den Stumpf völlig umgibt.

ZÄHRINGER (49) sieht sich dagegen in einem Zwiespalt, ob die Schmelztechnik mit ihrer starken Kontraktionserscheinung der Plastifizierungstechnik mit ihrer Deformation durch innere

Spannungen vorzuziehen ist oder nicht.

Eine Hilfe scheint hier das Plastodent - Set der Fa. Degussa, Frankfurt/M zu sein, die empfiehlt, zuerst den Stumpf mit einer dünnen Schicht Unterziehwachs zu überziehen, da dieses nahezu spannungsfrei sei und beim Abkühlen nur eine geringe Kontraktion zeige. Außerdem entsprechen die Plastodent-Wachse der FDI-Spezifikation Nr. 4.

- Modellation

E. KÖRBER schlägt in einer persönlichen Mitteilung vor, den Rand tropfenförmig auszumodellieren und ihn später auf die erforderliche Stärke zurückzuschleifen.
Dasselbe wird von K.H. KÖRBER und LENZ (25) gefordert.

JUNG und QUAST (21) geben an, daß dünn ausmodellierte Ränder in 75% der Fälle eine Zähnung aufwiesen und somit schlecht abschnitten.

Auch SCHMIERER (41) bestätigt, daß dünn modellierte Kronenränder in einigen Fällen unzureichend ausgeflossen seien, was bei verstärkt modellierten nicht der Fall war.

- Wachsentspannung

DREYER JØRGENSEN fordert die Wachsmodellation sofort nach Fertigstellung auf nahe $0^{o}C$ abzukühlen (nach REITHER (38).

DEGUSSA (5) empfiehlt dagegen die Entspannung des Wachses in einem Wasserbad von $35^{o}C$ vorzunehmen.

MEINERS und UNLAND (30) raten, wegen der verschiedenen Expansionskoeffizienten von Hartgips und Wachs, von der Entspannung im warmen Wasserbad ab. Durch diese verschiedenen

Koeffizienten - das Wachs dehnt sich dabei 20 bis 30mal mehr aus als der Hartgips - gerät Wasser zwischen Stumpf und Wachsmodellation. Dies bewirkt, daß es beim Abkühlen zu einem Ausweichen der Wachsmodellation nach occlusal kommt, da Expansions- und Kontraktionskoeffizienten sich entsprechen. Sie empfehlen daher die Modellation auf dem Stumpf für einige Zeit bei Zimmertemperatur stehen zu lassen, uminnere Spannungen auszugleichen.

2.2.5. Einbettung

FUCHS, HENNING und SPRINGER (12) untersuchten 1975 verschiedene gips- und phosphatgebundene Einbettmassen und fanden heraus, daß oft erhebliche Unterschiede zwischen Herstellerangaben und den von ihnen erzielten Werten bestanden. So war zwar die Firmenangabe über die Abbindeexpansion von DC-Cristobalit (Fa. Bayer, Leverkusen) identisch mit den von ihnen gefundenen Werten (0,11 % lin.), die lineare thermische Expansion (0,72 %) wich jedoch stark von der Firmenangabe (1,7 %) ab.

DREYER JØRGENSEN (8) berichtet, daß die von ihm gefundenen Schwankungen bei Durotherm, die zwischen 0,5 % und 2,5 % lagen, von der Asbestauskleidung der Gußmuffel abhingen. Gleichzeitig wies er darauf hin, daß die Expansion, auf Grund des Widerstandes der Muffel, in verschiedenen Richtungen stark unterschiedlich war.

Dies wurde von REITHER und STECK (39) bestätigt indem sie herausfanden, daß die Urform nicht linear sondern verzerrt expandiert wird.

Als günstigste Einbettmethode hat sich nach BEECK (1) die Vakuumeinbettung mit Asbestauskleidung der Gußmuffel erwiesen: Zum einen zeigte diese Methode die geringsten Expansionswerte und Schwankungen, zum anderen war die Oberfläche des Gusses einwandfrei.

2.2.6. Guß

Hinsichtlich des Gusses sei hier auf die ausgezeichnete Arbeitsanleitung im Degussa Brief Nr. 42 hingewiesen. Zu erwähnen ist noch, daß sowohl POERTZEL (35) als auch DREYER JØRGENSEN (8), der die Degussa Tiegelschleuder für optimal hält, für das Ausbrennen des Wachses sowie für das Vorwärmen der Muffel den elektrischen Ofen bevorzugen.

2.2.7. Zementieren

HORN (18) bezeichnet das Einzementieren als eine "Achillesferse der Prothetik" und stellt fest, daß sich seit 85 Jahren in der Zementierung kaum etwas geändert hat.

DEMMEL (6) empfiehlt die Anwendung von feinkörnigem Zement für die Befestigung von Kronen und Brücken. Er forderte, die Kronen nur mit der unbedingt nötigen Zementmenge zu erfüllen weil er herausfand, daß sich bei Kronen, die randvoll mit Zement beschickt worden waren, die Schichtdicke um 75 % erhöht hatte. Auch rät er von der Methode ab, das Gußobjekt beim Einzementieren mit leichten Hammerschlägen einzusetzen. Statt dessen sollte das Objekt einem kontinuierlichen Druck von 4 bis

5 kp ausgesetzt werden. Schließlich stellt er fest, daß die Schichtdicke nicht so sehr von der Präparationsart, als vielmehr von der Mantelfläche und dem Konvergenzwinkel abhängt.

DREYER JØRGENSEN (7), SINGER (42) und andere empfehlen, durch ein occlusales Loch bessere Abschlußverhältnisse für den Zement zu schaffen, was jedoch von DEMMEL (zitiert von EICHNER (10)) für nicht erforderlich gehalten wird.

RATHGEB (36) gibt zu bedenken, daß sich eine Schichtdicke von unter 20 µ im Bereich des gesamten Zementmantels aus dreierlei Gründen nachteilig auswirken kann:

1) Durch die Stempelwirkung, die durch die Preßpassung beim Zementieren entsteht, besteht die Möglichkeit einer Pulpitis durch mechanische Druckwirkung und chemische Insulte auf vitale Dentintubuli oder Odontoblastenfortsätze.

2) Durch die Stempelwirkung und durch Mikrorauhigkeiten der präparierten Dentinoberfläche, können insbesondere großvolumige Kronen nur unvollständig in situ gebracht werden. Daraus kann eine Sensibilität im Bereich der Randzone resultieren. Außerdem besteht die Möglichkeit einer späteren Bildung von Sekundärkaries.

3) Schließlich ist wegen des zu dünnen Zementmantels die Isolierung gegen thermische und galvanische Reize mangelhaft.

2.3. MESSMETHODEN

Wie eingangs erwähnt, bezeichnet REHBERG (37) den exakten Randschluß "als das überall gleichmäßige Anliegen des gesamten Kronenrandes am Stumpf", wobei er noch die Paßgenauigkeit der gesamten Krone vom Randschluß unterscheidet.

Um diesen Randschluß zu überprüfen, wendeten die Autoren verschiedene Meßmethoden an.

KÖRBER und LENZ (25) nahmen dafür eine häkchenförmige Sonde zu Hilfe und unterschieden am cervikalen Kronenrand eine Mikrostufe und einen Mikrospalt, beziehungsweise eine Makrostufe und einen Makrospalt. Auf diese Weise waren Stufen von 50 µ noch gut wahrnehmbar. Außerdem fertigten sie noch rasterelektronische Mikroskopaufnahmen des Kronenrandes an.

REHBERG (37) stellte, ebenfalls mit der Sonde, Spalten bis zu 20 µ fest. In einem anderen von ihm durchgeführten Versuch, wurden die Kronen teils im Mund, teils auf dem Modell mit einer dünnflüssigen Silikon-Abformmasse aufgesetzt, die dann später sowohl optisch als auch mechanisch ausgemessen wurde.

Ähnlich verfuhr KRAFT (26), der die Kronen mit dünnflüssigem Alginat beziehungsweise einer gummielastischen Masse ausfüllte.

Mit diesen Methoden wurden Werte zwischen 5 µ und 20 µ ermittelt, wobei REHBERG (37) einen Randspalt von 20 µ als optimal bezeichnet.

WINDECKER und OHLE (48) zementierten ihre Kronen mit Harvard Phosphatzement auf versilberte Modellstümpfe auf, betteten sie in Epxydharz ein, stellten durch eine Feinschliff-technik die Grenzzone in ihrer gesamten Zirkumferenz, 0,1 mm axial vom Kronenrand entfernt, dar und maßen im Auflicht-mikroskop die Spaltbreiten von jeweils 8 Bezugspunkten.

SCHMIDT (pers. Mitteilung) untersuchte verschiedene Unter-füllungsmaterialien auf Randdichtigkeit indem er die Aktivi-tät einer in den Spalt zwischen Prüfkörper und Material ein-gedrungenen radioaktiven Flüssigkeit bestimmte.

Ein ähnliches Verfahren benutzten FUCHS und MAYER (13) um den Zementspalt bei Gußfüllungen zu messen.

3. ARBEITSGÄNGE UND MATERIAL

3.1. ZIELSETZUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, festzustellen, inwieweit durch eine verstärkte Modellation des Kronenrandes in Wachs, Einfluß auf den Randschluß zu nehmen ist.

Es wurden je 20 Kronen mit dünn beziehungsweise dick modelliertem Rand hergestellt, wobei wir uns, von wenigen Ausnahmen abgesehen, an das in unserer Klinik übliche Verfahren der Kronenherstellung hielten. Die Arbeiten wurden im studentischen Prothetiklabor durchgeführt.

Der besseren Übersicht wegen, wurden die verschiedenen Arbeitsgänge in klinische und zahntechnische Gruppen aufgeteilt.

3.2. KLINISCHER TEIL I

3.2.1. Zähne

Wir benutzten für unsere Untersuchungen 40 extrahierte Molaren, die keine größeren Defekte aufwiesen. Die Zähne wurden in 3 % Wasserstoffperoxid gereinigt und in 5er Gruppen so in Gips eingesetzt, daß einerseits die Präparation nicht behindert wurde, andererseits der Gipsblock die Form eines konfektionierten Unterkieferlöffels der Größe 4 hatte (Abb. 2).

3.2.2. Präparation

Als Präparationsart wählten wir bei allen Modellationsarten die glattverlaufende, flachkonische Präparation (siehe Abb. 1, Nr. 2).

Zunächst wurde unter Wasserkühlung die Occlusalfläche mit einem Diamantrad (D + Z, 903 - 175) abgetragen.

Abb. 2: Die in einen löffelförmigen Gipsblock eingebetteten Zähne

Danach erfolgte, ebenfalls unter Wasserkühlung, mit einer luftgelagerten Turbine die zirkuläre Präparation mittels eines flammenförmigen Diamanten (Fa. Busch, Fig. 858, Nr. 4). Die Glättung der präparierten Zahnstümpfe wurde mit feinen Sandpapierscheiben durchgeführt (Fa. Ruwa, edelkorund, fein).

3.2.3. Abdruck

Als Abdruckverfahren verwendeten wir den von HOFMANN (17) angegebenen Korrekturabdruck mit einem perforierten Unterkieferkonfektionslöffel der Größe 4, der den Ausmaßen der Gipsblöcke, in die die Zähne eingesetzt worden waren, entsprach (siehe auch Abb. 2).

Zuerst wurde der Abdrucklöffel mit Silaplast, das exakt nach Firmenangabe verarbeitet worden war, beschickt und der Erstabdruck genommen. Nach Erhärten entfernten wir den Abdruck vom Modell und setzten ihn danach noch mehrmals zurück. Die sich dabei abschilfernden Teile der Abdruckmasse wurden mit der Pinzette vorsichtig entfernt. Nach der Entfettung und Säuberung des Abdrucks mit 70 % Alkohol, erfolgte mit Silasoft, das ebenfalls exakt nach Vorschrift angemischt worden war, der Korrekturabdruck. Dabei wurde der Abdruck sofort nach dem Aufsetzen 5 Sekunden unter starkem Druck auf das Modell gepreßt und dann drucklos bis zum Erhärten der Korrekturabdruckmasse darauf belassen.

3.3. ZAHNTECHNISCHER TEIL

3.3.1. Modellherstellung

Nach 30 Minuten wurde der Abdruck mit Vel-Mix Stone (Fa. Kerr, Europe) angegossen. Den Hartgips rührten wir im Multivac (Fa. Degussa) unter Vakuum an, wobei 100 g Pulver mit 25 ml Wasser, das Zimmertemperatur hatte, vermischt wurden. Um eine Verzerrung des Abdruckes zu verhindern, verzichteten wir auf die Benutzung von Dowel-Pins. Statt dessen stellten wir aus

dem Hartgips pro Krone einen Sockel von etwa 20 mm Länge her.

Die Demarkationslinie wurde mit einem untersichgehenden Kegel dargestellt und die dabei entstandene Rille mit einem Kugelfinierer geglättet. Somit konnte bei der Modellation einerseits der Kronenrand exakt mit einem scharfen Skalpell abgeschnitten, andererseits von unten gut eingesehen und daher auch kontrolliert werden.

Anschließend wurden die Stümpfe mit Isolit-Spray (Fa. Degussa) isoliert.

3.3.2. Modellation

Bei der Modellation wurde auf das sonst übliche Verfahren, das Wachs mittels eines heißen Messers auf den Stumpf aufzuschwemmen, zu Gunsten der Tauchmethode verlassen. Es wird hierbei nicht der Anspruch erhoben, die beste Methode der Wachsauftragung verwendet zu haben, jedoch sind wir der Meinung, daß damit viele Unsicherheitsfaktoren, wie sie durch das Erhitzen des Wachses in der offenen Flamme entstehen können, beseitigt sind und wir somit hinsichtlich der Modellation nahezu gleichwertige Bedingungen für alle Kronen schaffen konnten, was dem Versuch der Objektivierung zugute kam.

Als Wachs benutzten wir das Gußwachs F sowie das Unterziehwachs U aus dem Plastodent - Set der Fa. Degussa.

Bei der von uns angewendeten Tauchmethode, schmolzen wir das Wachs in kleinen Porzellantiegeln, die in einem Wasserbad von 78°C standen.

Zuerst wurden die so isolierten Stümpfe kurz in das Unterziehwachs getaucht. Je nach Modellationsart wurde dann das Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze vorsichtig abgeschnitten oder über die Demarkationslinie hinaus belassen. Anschließend tauchten wir die Stümpfe mehrmals in das Gußwachs, wobei zwischen den einzelnen Tauchvorgängen wir das Wachs bis knapp unter die Plastifizierungstemperatur abkühlen ließen. Anschließend wurde, wieder je nach Modellationsart, der Wachsrand entweder dünn auslaufend oder tropfenförmig verdickt modelliert.

Den exakten Abschluß des Kronenrandes erreichten wir, indem wir mit einem scharfen Skalpell entlang der Demarkationslinie das überstehende Wachs vorsichtig abschnitten. Danach wurde die Wachskrone einmal vom Stumpf abgezogen und vorsichtig wieder aufgesetzt. Dies geschah, um zu verhindern, daß nach dem Anwachsen des Gußstiftes, sich die Wachsmodellation leicht und ohne sich zu verziehen, vom Stumpf abnehmen ließ.

Es wurden insgesamt 4 Modellationsarten erprobt (Abb. 3).

Modellationsart I:	Das Unterziehwachs endet 2 mm vor dem Kronenrand. Das darüberliegende Gußwachs wird am Rand dünn auslaufend modelliert.
Modellationsart II:	Das Unterziehwachs reicht bis zum Kronenrand. Das darüberliegende Gußwachs wird am Rand dünn auslaufend modelliert.
Modellationsart III:	Das Unterziehwachs endet 2 mm vor dem Kronenrand. Das darüberliegende Gußwachs wird am Rand tropfenförmig verdickt modelliert.

Modellationsart IV: Das Unterziehwachs reicht bis zum Kronenrand. Das darüberliegende Gußwachs wird am Rand tropfenförmig verdickt modelliert.

Insgesamt wurden so 40 Kronen hergestellt und zwar je 15 bei Modellationsart II und IV und je 5 bei Modellationsart I und III.

3.3.3. Einbetten

Nach der Modellation wurde im Winkel von 45° ein etwa 25 mm langer und 3 mm starker Wachsdraht als Gußstift angewachst. Anschließend wurden 10 Kronen, je 5 mit dünn- beziehungsweise dickauslaufend modelliertem Rand, auf den Gußtrichterformer (Fa. Degussa, Pforzheim) festgewachst und mit Waxit-Spray (Fa. Degussa, Pforzheim) besprüht. Die Trocknung erfolgte an der Luft. Dann kleideten wir eine Gußmuffel (Fa. Degussa, Pforzheim) 9mal innen mit einer Lage angefeuchteter Asbestpappe aus und setzten sie über die Kronen auf den Gußtrichterformer.

Als Einbettmasse verwendeten wir DC-Cristobalit (Fa. Bayer, Leverkusen) und rührten sie im Multivac (Fa. Degussa, Pforzheim) unter Vakuum, genau nach Vorschrift, an.

3.3.4. Guß

Nach dem Einbetten der Kronen, ließen wir die Muffel 30 Minuten zum Abbinden der Einbettmasse stehen. Dann stellten wir sie in einen auf 200°C vorgewärmten elektrischen Auswachsofen in dem sie 60 Minuten verblieb. Inzwischen wurde ein ebenfalls

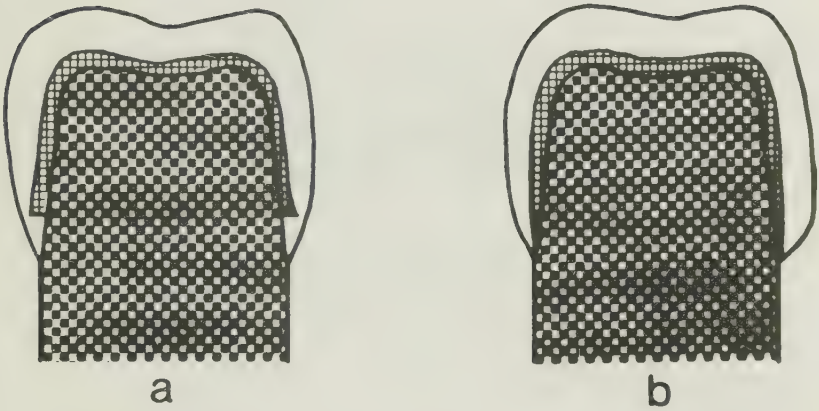


Abb. 3a: Dünn auslaufende Randmodellation

a) Modellationsart I: Das Unterziehwachs endet 2 mm vor der Präparationsgrenze

b) Modellationsart II: Das Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze

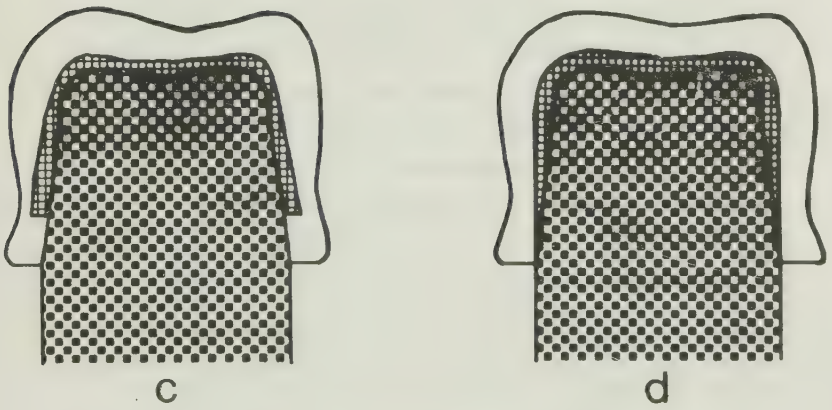


Abb. 3b: Tropfenförmig verstärkte Randmodellation

c) Modellationsart III: Das Unterziehwachs endet 2 mm vor der Präparationsgrenze

d) Modellationsart IV: Das Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze

elektrisch beheizter Vorwärmofen auf 200°C aufgeheizt in den die Muffel nach Austreibung des Wachses rasch umgestellt wurde.

Nach dem Aufheizen des Vorwärmofens auf 700°C beließen wir die Muffel noch 60 Minuten im Ofen. Dann wurde in der elektrischen Degussa Tiegelschleuder Degulor M (Fa. Degussa) geschmolzen. Der Guß erfolgte dann genau nach Vorschrift (DEGUSSA (5)).

Um Härte und Gußgefüge nicht negativ zu beeinflussen, ließen wir die Muffel langsam über Nacht abkühlen.

3.3.5. Ausarbeitung

Nach dem langsamen Abkühlen der Muffel wurde der Guß vorsichtig ausgebettet und anschließend mit Neacid (Fa. Degussa) im dazugehörenden Beizgerät bei 70°C abgesäuert. Nachdem die Gußkanäle mit Nylon-Separierscheiben abgetrennt worden waren, erfolgte die Ausarbeitung des Randes. Das Abtragen des Metallüberschusses beiModellationsart III und IV, sowie die grobe Glättung wurde mit feinkörnigen Karborund-Steinchen durchgeführt. Anschließend wurde der Rand mit Gummipolierern (Fa. AABA) bearbeitet. Die eigentliche Politur erfolgte zuerst mit der gelben Vorpolierpaste, die darauffolgende Hochglanzpolitur mit der Polierpaste Polirapid-Polierpaste P1, rot.

3.4. KLINISCHER TEIL II

3.4.1. Zementieren

Zum Aufzementieren der Kronen benutzten wir Harvard-Phosphatzement, Feinkorn, normalhärtend. Zuvor wurden sowohl die Kroneninnenflächen als auch die Zahnstümpfe mit 70 % Alkohol gereinigt und anschließend an der Luft getrocknet.

Nach dem sahnigen Anrühren des Zementes, kleideten wir die Innenflächen der Kronen dünn mit Zement aus und setzten sie unter Druck auf die beschliffenen Zahnstümpfe. Bis zum Erhärten des Zements wurde auf die Kronen ein kontinuierlicher Druck ausgeübt.

3.5. AUSWERTUNG

3.5.1. Schliffherstellung

Nach dem Aufzementieren wurden die Kronen einzeln aus den löffelförmigen Gipsblöcken herausgelöst und in Epoxydharz eingebettet.

Dazu benutzten wir Klarsicht-Frasacodöschen mit einem Durchmesser von ca. 25 mm.

Die Kronen wurden dabei mit einem handelsüblichen Alleskleber mit ihren Wurzeln am Boden der Dose angeklebt. Anschließend gossen wir die Dosen mit dem Epoxydharz "Wirtz-Akemi" der Fa. Jean Wirtz, Düsseldorf aus. Nach dem Erhärten des Harzes, zersägten wir die Kronen in 2 Hälften. Dafür benutzten wir 0,6 mm starke MSS-Sägeblätter mit einem Durchmesser von 100 mm, die wegen der beim Sägen entstandenen Hitzeentwicklung laufend mit Rindertalg beschickt werden mußten.

Die Grobpolitur der so entstandenen Schlifflächen wurde auf der Horizontal-Schleifmaschine (Fa. Jean Wirtz, Düsseldorf) unter ständiger Wasserberieselung durchgeführt. Dabei benutzten wir nacheinander Siliziumkarbidpapier der Körnungsgrade 180, 240, 320, 400 und 600.
Zur Feinpolitur wurde das Diamantlösungsmittel sw (Fa. Jean Wirtz, Düsseldorf) in Verbindung mit der 3 µ und 1 µ Schleifpaste (Fa. Jean Wirtz, Düsseldorf), die auf einen Spezialfilz (Fa. Jean Wirtz, Düsseldorf) aufgetragen wurden, benutzt.

Durch die Bearbeitung der beiden Kronenhälften, entstand ein Abstand von ca. 2 - 3 mm, so daß sich für den Meßvorgang 4 verschiedene Stellen des Kronenrandes ergaben.

3.5.2. Ausmessung

Die Ausmessung des Randspaltes erfolgte mit einem Leitz Großfeldmikroskop ORTHOPLAN im Auflicht bei Dunkelfeldbeleuchtung. Als Meßobjekt benutzten wir das Objektiv HD A 50 x 10,75 und als Meßokular ein Großfeldokular 8 x mit Skaleneinteilung, wobei 1 Skalenteil 2,6 µ entsprach. Das Auflösungsvermögen lag bei 0,5 µ.

Die einzelnen Schliffhälften wurden auf einem Objektträger mit Knetmasse fixiert. Um dabei eine ebene Meßfläche zu erhalten, benutzten wir beim Fixieren ein Parallelführungsgerät.

Bei dem eigentlichen Meßvorgang wurden pro Krone 40 Messungen im Randbereich durchgeführt, wobei somit auf 1 Kronenseite 10 Meßpunkte entfielen.

Diese Meßpunkte erfolgten im Abstand von jeweils ca. 300 µ, so daß eine Strecke von 3 mm, von der Präparationsgrenze aus, gemessen wurde (Abb. 4).

3.6. STATISTIK

Für die statistische Auswertung verwendeten wir die Bücher von CAVALLI - SFORZA (4), WEBER (46) und GRAF, HENNING und STANGE (14).

Die insgesamt 1600 Meßdaten wurden im Zentrum für Datenverarbeitung der Universität Tübingen mit Hilfe des TELEFUNKEN TR 440 Computers zu folgenden statistischen Berechnungen verarbeitet.

1) Mittelwerte: Der Mittelwert ergibt sich, wenn die Summe aller Einzelwerte durch die Anzahl dieser Werte dividiert wird. Der gebräuchlichste Mittelwert ist das arithmetische Mittel (CAVALLI - SFORZA (4)).

2) Standardabweichung: Die Standardabweichung wird auch mittlere quadratische Abweichung genannt. Sie ist nach CAVALLI - SFORZA (4) die Summe der Abweichungsquadrate dividiert durch die Anzahl der Freiheitsgrade und erfaßt 68, 26 % aller Meßwerte beiderseits des Mittelwertes.

3) Varianzanalyse: Um mehrere Mittelwerte miteinander zu vergleichen, bedient man sich der Varianzanalyse. Dabei wird bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % (signifikant) oder 1 % (hoch signifikant) statistisch überprüft, ob zwischen den einzelnen Mittelwerten signifikante Unterschiede bestehen oder nicht.

4) Häufigkeitsverteilung:

Die Häufigkeitsverteilung dient dazu, eine große Anzahl von Werten in ein anschauliches Bild (z.B. Histogramm) zu übertragen. Dabei werden alle Meßwerte einer Krone in 10 Klassen zu je 10 Skalenteilen aufgegliedert. Im vorliegenden Fall wurden Histogramme angefertigt, in denen übersichtlich dargestellt ist, wieviel Prozent der Meßpunkte sich in den einzelnen Klassen befinden (siehe Abb. 10 - 13).

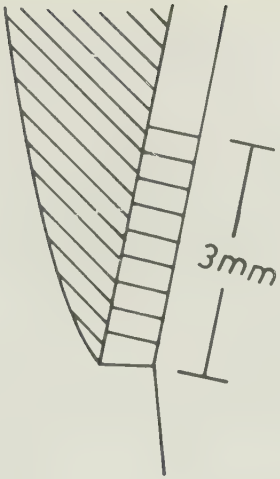


Abb. 4: Lage der Meßpunkte: Die 10 Meßpunkte wurden in einem Abstand von jeweils 300 µ gemessen

4. ERGEBNISSE

Zur Überprüfung, inwieweit über die Modellation des Kronenrandes Einfluß auf den Randschluß zu nehmen ist, wurden an 40 extrahierten Molaren 4 Modellationsarten angewendet. Dabei umfaßten die Modellationsarten I und III je 5, II und IV je 15 Kronen.

Modellationsart I:	Zirkuläres Abschneiden des Unterziehwachses 2 mm vor der Präparationsgrenze. Dünn auslaufende Randmodellation.
Modellationsart II:	Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze. Dünn auslaufende Randmodellation.
Modellationsart III:	Zirkuläres Abschneiden des Unterziehwachses 2 mm vor der Präparationsgrenze. Verstärkte Randmodellation.
Modellationsart IV:	Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze. Verstärkte Randmodellation.

Bei allen 4 Modellationsarten wurde flach konisch, ohne Stufe präpariert und der präparierte Zahn anschließend geglättet. (Abb. 5)

4.1. AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Zur besseren Übersicht wurden die Kronen mit einer 3stelligen Zahl versehen. Dabei bezeichnet die erste Ziffer die Modellationsart, während die beiden anderen die Kronennummer innerhalb

der Modellationsart angeben (z. B. Krone 211 : Modellationsart II, Krone Nr. 11

Den Randspalt, der in Epoxydaharz eingegossenen und halbierten Kronen, maßen wir unter dem Auflichtmikroskop aus. Pro Schliffhälfte wurden dabei 10, pro Krone also 40, Meßpunkte ausgemessen und in ein Meßprotokoll übertragen (Abb. 6). Die Angaben der Werte erfolgte in Skalenteilen, wobei 1 Skalenteil 2,6 µ entsprach.
Anschließend erfolgte die statistische Auswertung der 1600 Meßdaten.

Meßprotokoll Krone 402

Meßpunkte	402/1	402/2	402/3	402/4
1	11	10	10	14
2	25	12	12	20
3	23	18	15	21
4	24	18	13	21
5	22	15	15	22
6	22	16	13	20
7	22	19	15	20
8	21	18	15	21
9	22	18	15	22
10	23	15	16	24
Summe	215	159	139	205
MW	21,5	15,9	13,9	20,5
MW - Krone		17,95		

Abb. 6: Beispiel eines Meßprotokolls anhand der Krone 402

4 = Modellationsart
02 = Nummer der Krone
/1 = Schliffnummer
MW = Mittelwert

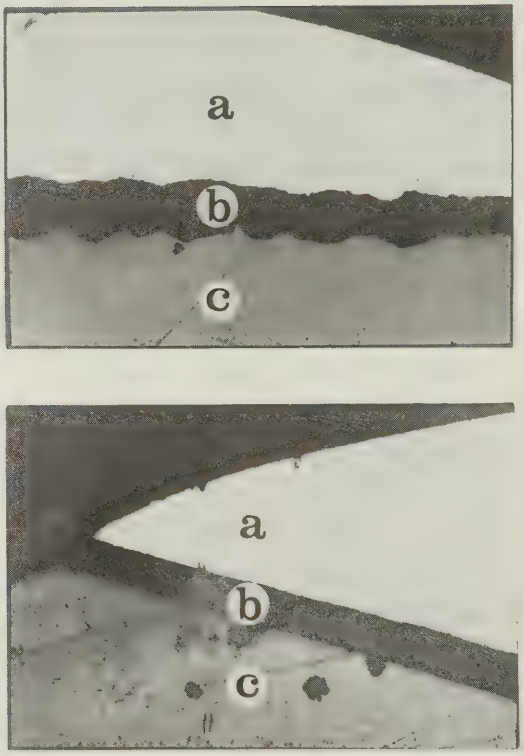


Abb. 5: Vertikalschnitt durch zwei überkronte Molaren
oben: Rauhtiefe belassen, Stumpf nicht geglättet
unten: Stumpf nach der Präparation mit Sandpapierscheiben geglättet
a - Metall
b - Zementspalt
c - Zahnstumpf

siehe auch Abb. 5a

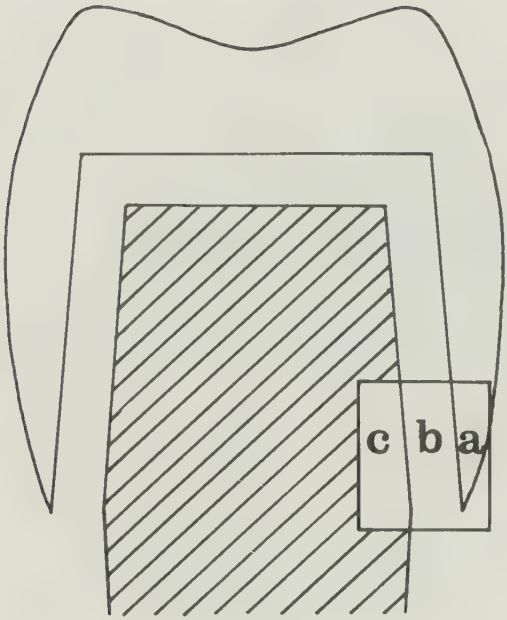


Abb. 5a: Schematische Darstellung einer halbierten Krone (Schliffpräparat)

Das eingezeichnete Rechteck gibt die Lage der Ausschnittsvergrößerungen in den Abbildungen 5, 7, 18 an.

a - Metall
b - Zementspalt
c - Zahnstumpf

4.1.1. Modellationsart I

Es wurden 5 natürliche Molaren flach konisch, ohne Stufe präpariert und anschließend geglättet.

Nach Herstellung des Modells wurde sowohl das Unterziehwachs, als auch das Gußwachs im Tauchverfahren aufgetragen, wobei das Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze zirkulär abgeschnitten und der Rand dünn auslaufend modelliert wurde.

Die Ausarbeitung und Hochglanzpolitur der Kronenränder erfolgte mit Steinchen, Gummipolierern und Polierpasten.

Im Guß konnte bei allen Kronen die Stelle, an der das Unterziehwachs abgeschnitten worden war, eine Einkerbung der Kroneninnenseite beobachtet werden (Abb. 7), die auch makroskopisch im Schliffpräparat zu sehen war.

Die Kronenränder waren alle gut ausgeflossen und nicht korrekturbedürftig.

- Meßwerte: Mittelwerte der Zementspaltbreiten der einzelnen Kronenränder. Angaben in Skalenteilen, 1SKT = 2,6 µ

Krone Nr.	SKT
101	47,65
102	34,85
103	15,175
104	31,55
105	27,50

Mittelwert Modellationsart I : 31,345 SKT = 81,497 µ

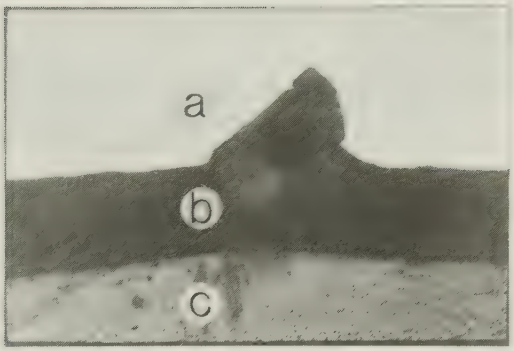


Abb. 7: Vertikalschnitt durch einen überkronten Molaren bei 160facher Vergrößerung

Einkerbung der Kroneninnenseite bei Modellationsart I und III (Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze abgeschnitten).

a - Metall
b - Zementspalt mit Einkerbung
c - Zahnstumpf

Siehe auch Abb. 5a

4.1.2. Modellationsart II

Es wurden 15 natürliche Molaren flach konisch, ohne Stufe präpariert und anschließend geglättet.

Nach Herstellung des Modells wurde sowohl das Unterziehwachs, als auch das Gußwachs im Tauchverfahren aufgetragen, wobei im Gegensatz zu den Modellationsarten I und III auch das Unterziehwachs bis zur Präparationsgrenze reichte.

Der Rand wurde dünn auslaufend modelliert.

Die Ausarbeitung und Hochglanzpolitur der Kronenränder erfolgte mit Steinchen, Gummipolierern und Polierpasten.

Alle Kronenränder waren gut ausgeflossen und nicht korrekturbedürftig.

- Meßwerte: Mittelwerte der Zementspaltbreiten der einzelnen Kronenränder.
  Angaben in Skalenteilen, 1 SKT = 2,6 µ

Krone Nr.	SKT
201	28,60
202	24,275
203	23,80
204	18,175
205	35,85
206	27,275
207	22,50
208	10,45
209	35,425
210	21,675
211	29,05
212	12,825
213	11,375
214	18,075
215	32,55

Mittelwert Modellationsart II : 23,46 SKT = 60,996 µ

4.1.3. Modellationsart III

Es wurden 5 natürliche Molaren flach konisch, ohne Stufe präpariert und anschließend geglättet.

Nach Herstellung des Modells wurde sowohl das Unterziehwachs, als auch das Gußwachs im Tauchverfahren aufgetragen, wobei das Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze zirkulär abgeschnitten und der Rand tropfenförmig verdickt modelliert wurde.

Die Ausarbeitung und Hochglanzpolitur der Kronenränder erfolgte mit Steinchen, Gummipolierern und Polierpasten.

Im Guß konnte bei allen Kronen die Stelle, an der das Unterziehwachs abgeschnitten worden war, eine Einkerbung der Kroneninnenseite beobachtet werden (Abb. 7), die auch makroskopisch im Schliffpräparat zu sehen war.

Die Kronenränder waren alle gut ausgeflossen und nicht korrekturbedürftig.

- Meßwerte: Mittelwerte der Zementspaltbreiten der einzelnen Kronenränder.
  Angaben in Skalenteilen, 1 SKT = 2,6 µ

Krone Nr.	SKT
301	25,025
302	28,425
303	31,275
304	17,175
305	22,55

Mittelwert Modellationsart III : 24,89 SKT = 64,714 µ

4.1.4. Modellationsart IV

Es wurden 15 natürliche Molaren flach konisch, ohne Stufe präpariert und anschließend geglättet.

Nach Herstellung des Modells wurde sowohl das Unterziehwachs, als auch das Gußwachs im Tauchverfahren aufgetragen, wobei im Gegensatz zu den Modellationsarten I und III auch das Unterziehwachs bis zur Präparationsgrenze reichte. Der Rand wurde tropfenförmig verdickt modelliert.

Die Ausarbeitung und Hochglanzpolitur der Kronenränder erfolgte mit Steinchen, Gummipolierern und Polierpasten.

Die Kronenränder waren alle gut ausgeflossen und nicht korrekturbedürftig.

---Meßwerte: Mittelwerte der Zementspaltbreiten der einzelnen Kronenränder.
Angaben in Skalenteilen, 1 SKT = 2,6 µ

Krone Nr.	SKT
401	21,725
402	17,95
403	19,225
404	21,775
405	9,65
406	18,925
407	19,025
408	24,60
409	26,25
410	10,775
411	21,75
412	27,275
413	20,775
414	21,10
415	22,525

Mittelwert Modellationsart IV : 20,222 SKT = 52,576 µ

4.2. STATISTIK

Die einzelnen Meßergebnisse wurden nach den in Kapitel 3.6. angeführten statistischen Methoden ausgewertet.

4.2.1. Mittelwerte und Standardabweichungen

Bei der Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Modellationsarten (Abb. 8 und 9) zeigte sich, daß die besten Ergebnisse bei der Modellationsart IV erzielt worden waren. Am schlechtesten schnitt die Modellationsart I ab, während sich beim Vergleich zwischen Modellationsart II und III, leichte Vorteile für die Modellationsart II ergaben.

- Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Modellationsarten
  Angaben in Skalenteilen, 1 SKT = 2,6 µ

Modellationsart	MW	σ
I	31,3	19,9
II	23,5	13,1
III	24,9	8,3
IV	20,2	9,6

MW = Mittelwert
σ = Standardabweichung

Mittelwerte und Standardabweichung

	MW		σ	
Krone Nr.	SKT	µ	SKT	µ
201	28,60	74,36	12,36	32,14
202	24,28	63,13	7,51	19,53
203	23,80	61,88	7,88	20,49
204	18,48	48,05	8,02	20,85
205	35,85	93,21	13,01	33,83
206	27,28	70,93	10,54	27,40
207	22,50	58,50	14,32	37,23
208	10,45	27,17	5,76	14,98
209	35,43	92,12	12,73	33,10
210	21,68	56,37	5,95	15,47
211	29,05	75,53	8,77	22,80
212	12,83	32,19	4,69	12,19
213	11,38	29,59	3,95	10,27
214	18,08	47,01	11,87	30,86
215	32,55	84,63	18,88	49,09
Gesamt	23,50	61,1	13,10	34,06

Abb. 8: Mittelwerte und Standardabweichung der Modellationsart II

MW = Mittelwert
σ = Standardabweichung

SKT = Skalenteile, 1 SKT = 2,6 µ

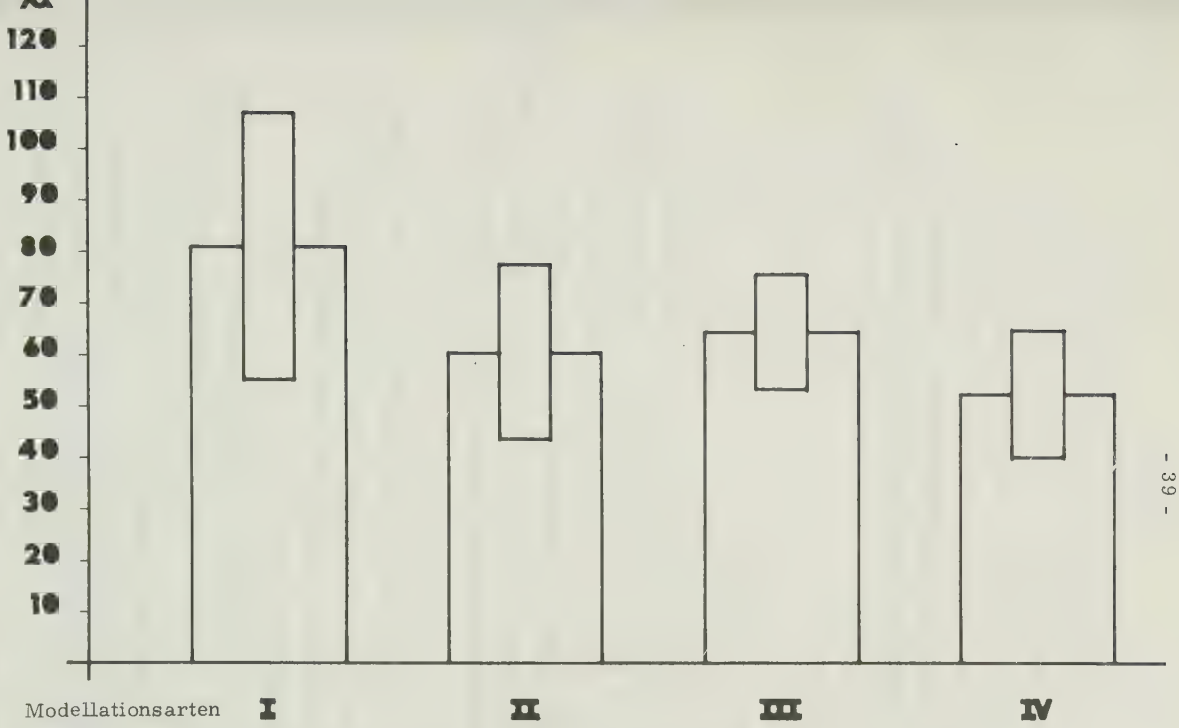


Abb. 9: Mittelwerte und Standardabweichung der Zementspaltbreiten aller 4 Modellationsarten. (Mod.-Art I: dünne Randmodellation, verkürztes Unterziehwachs, Mod.-Art III: verdickte Randmodellation, verkürztes Unterziehwachs, Mod.-Art II: dünne Randmodellation, Unterziehwachs nicht verkürzt, Mod.-Art: IV: dicke Randmodellation, nicht verkürztes Unterziehwachs.) Am schlechtesten schneidet Mod.-Art I ab: hohe Mittelwerte und große Standardabweichung, was auf eine große Streuung der ermittelten Werte zurückzuführen ist. Beste Mod.-Art: Nr. IV (niedrige Mittelwerte, geringe Standardabweichung).

4.2.2. Relative Häufigkeitsverteilung Histogramme

Um die große Anzahl von Einzelwerten übersichtlich zu veranschaulichen, wurde von repräsentativen Einzelkronen der 4 Modellationsarten Histogramme angefertigt. Diesen Histogrammen ist zu entnehmen, wieviel Prozent der Meßwerte innerhalb der einzelnen Klassengrenzen liegen. Als Klassengrenzen wurden hier die jeweiligen Werte von 0 bis 10, 10 bis 20, 20 bis .... 100 Skalenteilen gewählt.

Die Original-Histogramme des TELEFUNKEN TR 440 Computers (Abb. 10, 11, 12 und 13) geben die relative Häufigkeitsverteilung der einzelnen Meßwerte der jeweiligen Kronen wieder. Wie deutlich zu sehen ist, schneidet dabei die Krone der Modellationsart I am schlechtesten ab: Die Werte sind weit gestreut, liegen in den hohen Klassengrenzen, was auf einen schlechten Randschluß hinweist, und zeigen ein recht uneinheitliches Bild.

Dagegen liegen die Werte der Modellationsart IV eng beieinander und befinden sich in den tieferen Klassengrenzen, was einen guten Randschluß erwarten läßt. Auch ist die Streuung der Werte nicht sonderlich groß.

Im Vergleich zwischen den Modellationsarten II und III schneidet, aus oben genannten Gründen, die Modellationsart III besser ab.

Die relative Häufigkeitsverteilung der Meßwerte aller 40 Kronen zeichneten wir tabellarisch auf (Abb. 14a - d). Aus diesen Tabellen ist zu entnehmen, daß die Modellationsarten I und II, als Vertreter der dünnen Randmodellation, größere Streuwerte aufweisen, als die mit verdicktem Rand modellierten Modellationsarten III und IV.

Um die relative Häufigkeitsverteilung der in Abb. 14 zusammengefaßten Meßwerte übersichtlich zu veranschaulichen, fertigten wir ein Diagramm an, in das jedoch nur die Werte eingingen, die zwischen 0 und 10, beziehungsweise 0 und 20 Skalenteilen lagen. Auch hier wird deutlich, daß die Kronen mit dünner Randmodellation schlechter abschnitten als die, bei denen der Rand tropfenförmig verdickt modelliert worden war (Abb. 15, a + b).

4.2.3. Varianzanalyse

Soll nun festgehalten werden, ob und wie sich die verschiedenen Modellationsarten unterscheiden, so ist eine Varianzanalyse durchzuführen.

Dabei genügt es nicht, nur die jeweiligen Mittelwerte miteinander zu vergleichen (siehe 4.2.1.), sondern es werden bei der Varianzanalyse auch noch andere Faktoren, wie Standardabweichung und Anzahl der Freiheitsgrade, berücksichtigt.

So liegt z.B. der Mittelwert der Modellationsart II näher an dem Wert von Modellationsart IV als der Mittelwert von Modellationsart III. Da jedoch die Standardabweichung von Modellationsart III nur 8,3 SKT gegenüber 13,1 SKT von Modellationsart II, ist zwischen Modellationsart III und IV kein signifikanter Unterschied festzustellen, wohl aber zwischen Modellationsart II und IV (Abb. 16).

Wie aus der Tabelle Nr. 16 hervorgeht, ergab die Varianzanalyse lediglich zwischen Modellationsart III und IV keine Signifikanz, alle anderen Modellationsarten waren jedoch signifikant unterschiedlich.

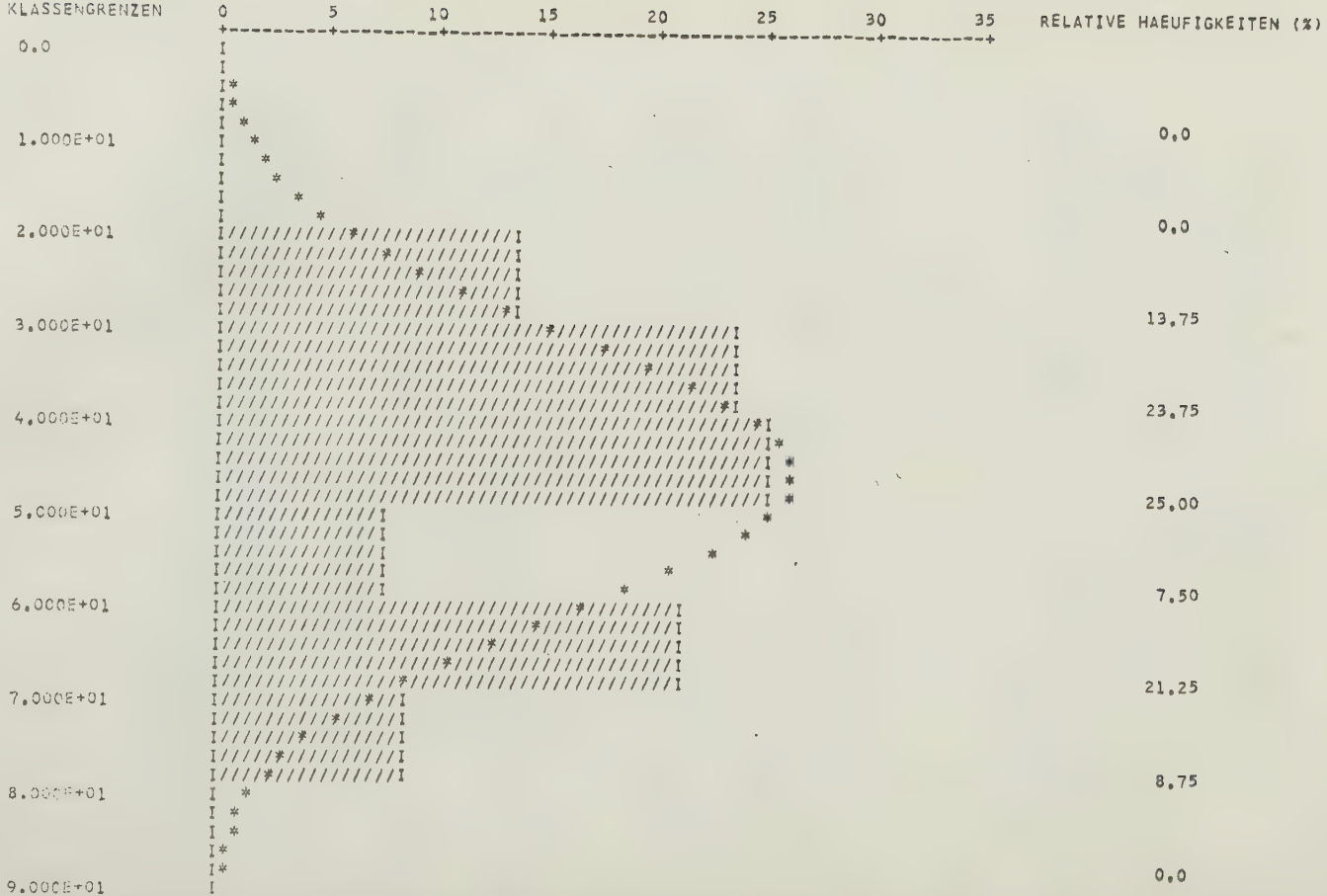


Abb. 10: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer repräsentativen Krone von Modellationsart I (dünne Randmodellation, Kronen Nr. : 101)
Original Histogramm des Telefunken TR 440 Computers

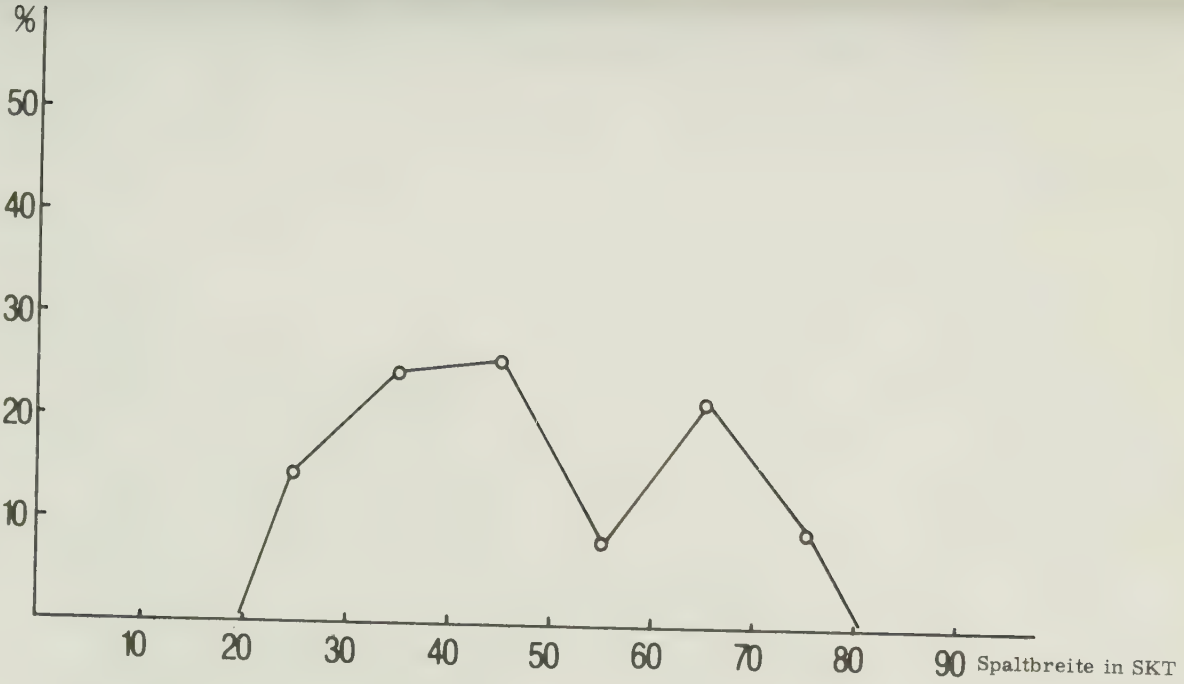


Abb. 10a: Schema zum Originalhistogramm (Abb. 10) einer für Modellationsart I repräsentativen Krone (Kronen Nr. 101)
Die meisten Werte (25 %) liegen zwischen 40 und 50 Skalenteilen

1 SKT = 2, 6 µ

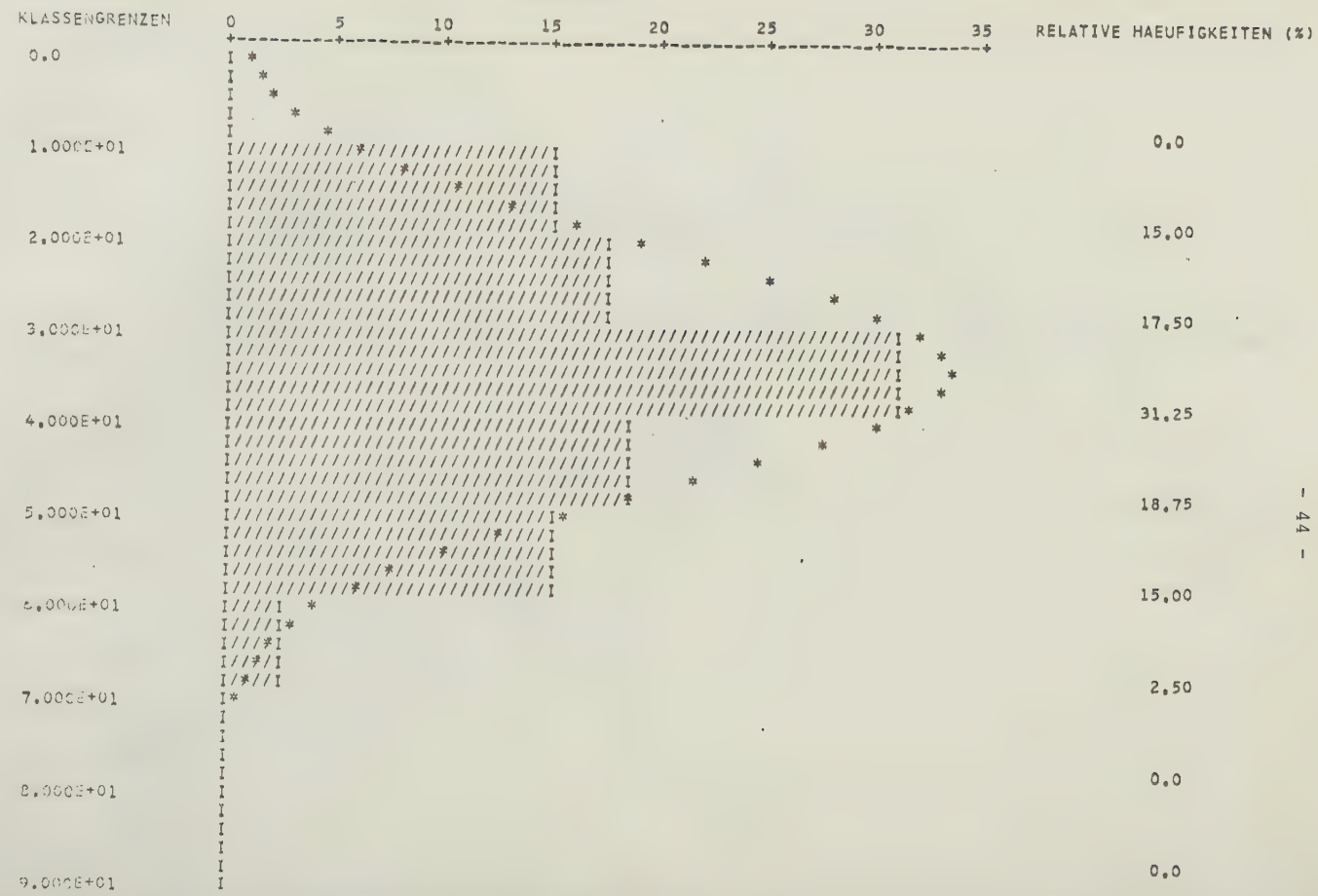


Abb. 11: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer repräsentativen Krone der Modellationsart II (dünne Randmodellation, Kronen Nr.: 205)

Original Histogramm des Telefunker TR 440 Computers

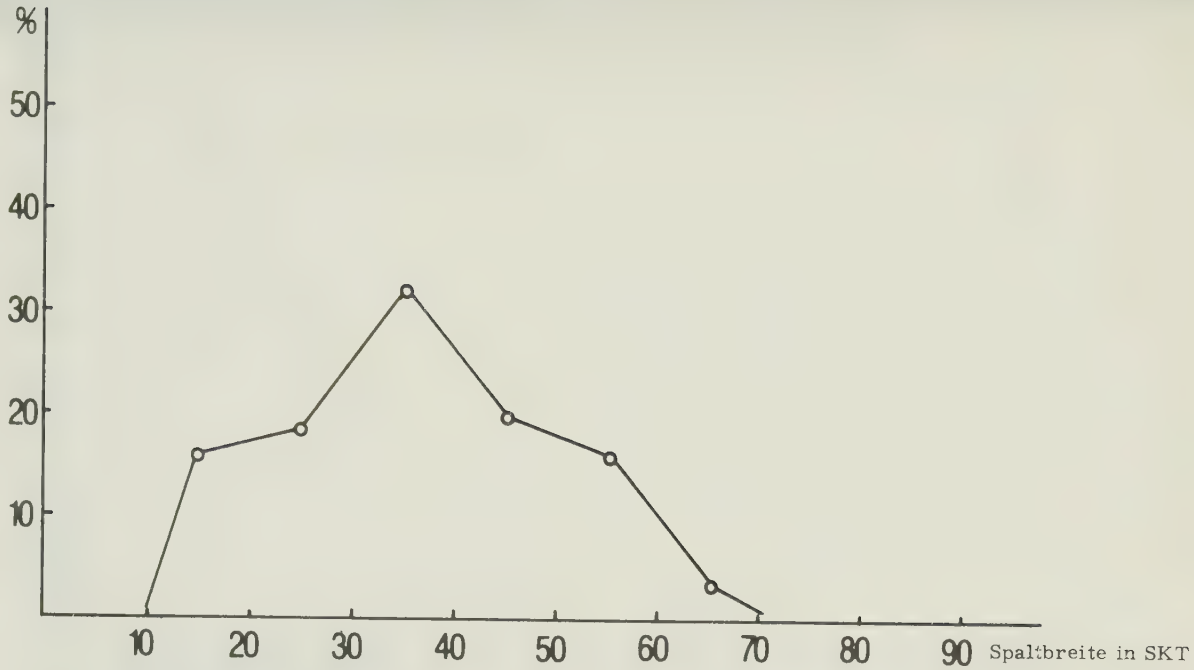


Abb. 11a: Schema zum Originalhistogramm (Abb. 11) einer für Modellationsart II repräsentativen Krone (Kronen Nr. 205)

Die meistenWerte (31, 25 %) liegen zwischen 30 und 40 Skalenteilen

1 SKT = 2, 6 µ

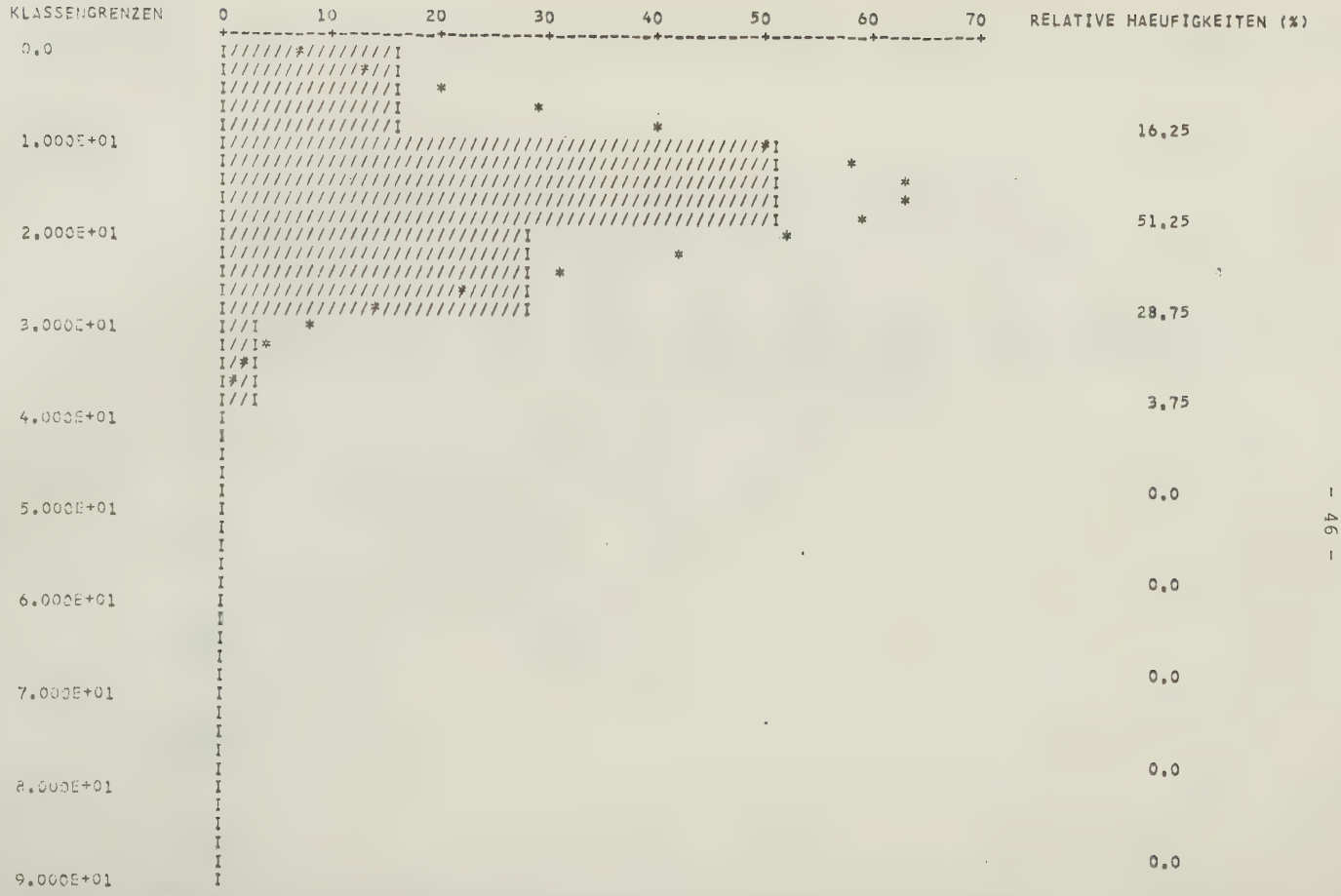


Abb. 12: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer repräsentativen Krone der Modellationsart III (verstärkte Randmodellation Kronen Nr.: 304)

Original Histogramm des Telefunken TR 440 Computers

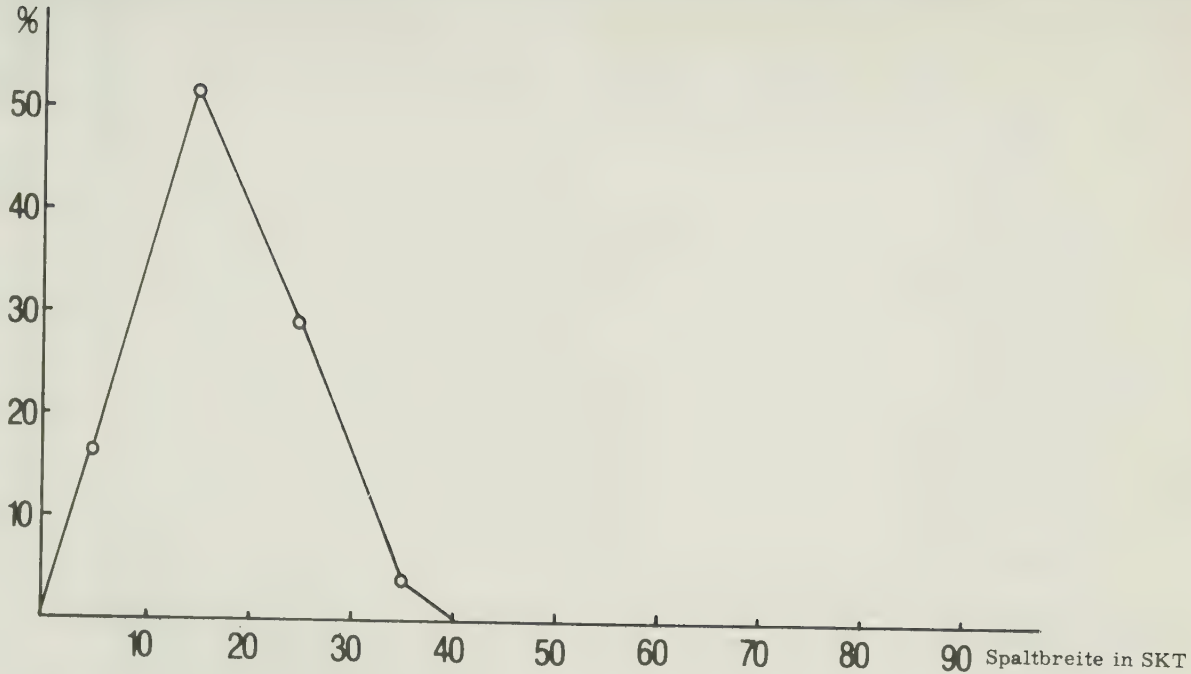


Abb. 12a: Schema zum Originalhistogramm (Abb. 12) einer für Modellationsart III repräsentativen Krone (Kronen Nr. 304)

Die meisten Werte (51, 25 %) liegen zwischen 10 und 20 Skalenteilen

1 SKT = 2, 6 µ

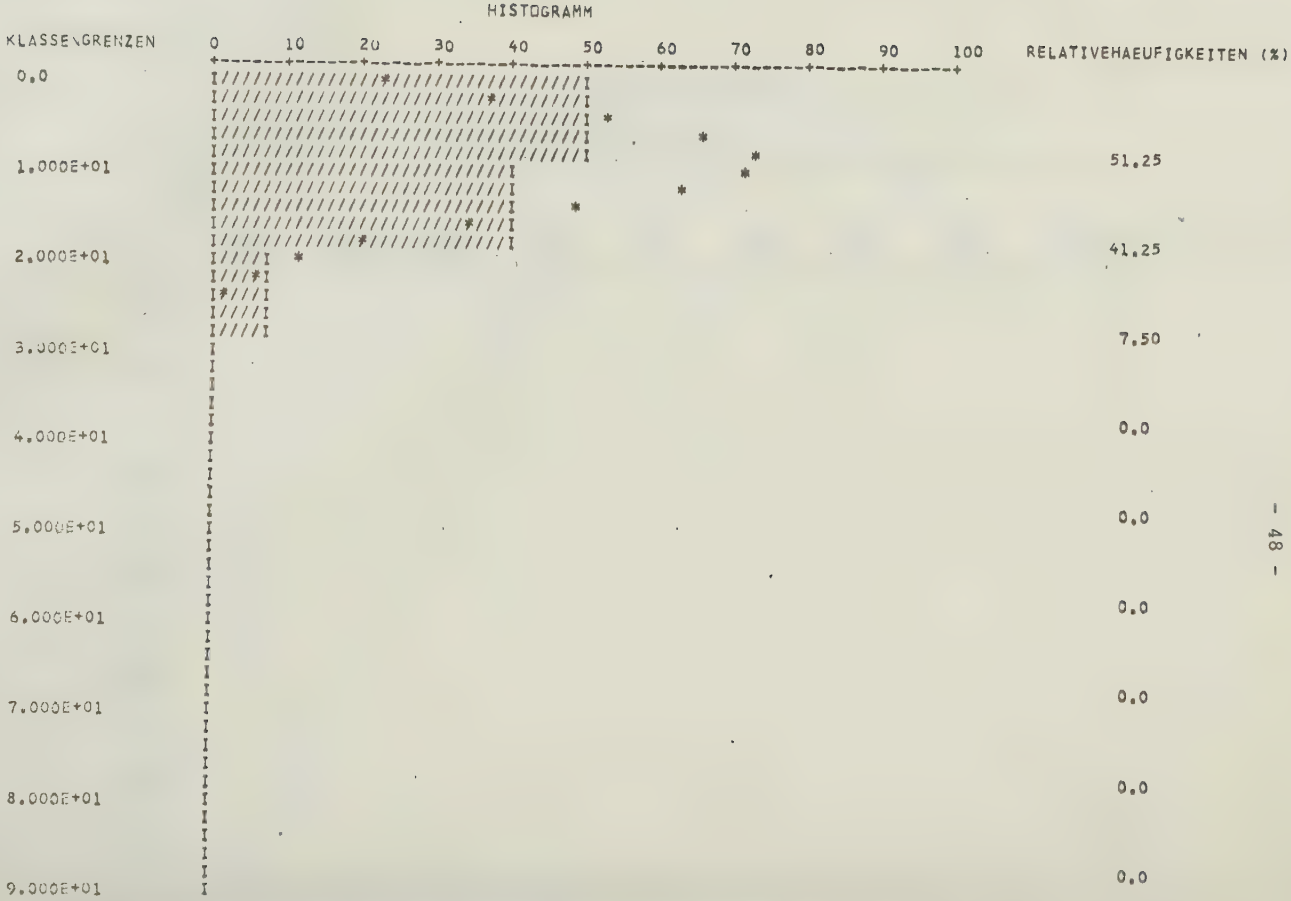


Abb. 13: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer repräsentativen Krone der Modellationsart IV (verstärkte Randmodellation, Kronen Nr. 410)

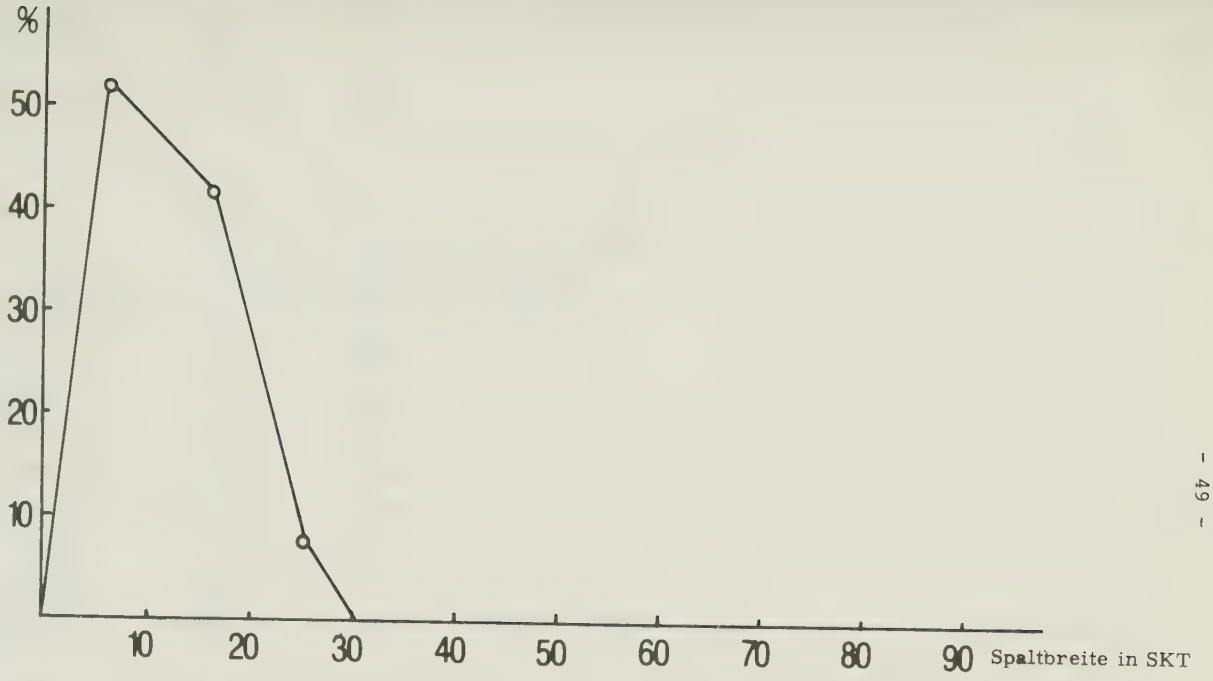


Abb. 13a: Schema zum Originalhistogramm (Abb. 13) einer für Modellationsart IV repräsentativen Krone (Kronen Nr. 410)

Die meisten Werte (51, 25 %) liegen zwischen 0 und 10 Skalenteilen

1 SKT = 2, 6 µ

Klassengrenzen:		0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80
Krone	101	0	0	13,75	23,75	25,00	7,50	21,75	8,75
	102	0	16,25	37,50	13,75	8,75	17,50	5,00	1,25
	103	28,75	43,75	20,00	7,50	0	0	0	0
	104	11,25	43,75	2,50	3,75	3,75	13,75	17,50	3,75
	105	23,75	13,75	21,25	12,50	15,00	8,75	5,00	0
Mittelwerte:		12,75	23,50	19,00	12,25	10,50	9,50	9,85	2,75
Krone:	301	3,75	28,75	30,00	37,50	0	0	0	0
	302	0	1,25	68,75	25,00	3,75	1,25	0	0
	303	0	7,50	41,25	32,50	18,75	0	0	0
	304	16,25	51,25	28,75	3,75	0	0	0	0
	305	0	28,75	62,50	8,75	0	0	0	0
Mittelwerte:		4,00	23,50	46,25	21,50	4,50	0,25	0	0

Abb. 14a: - Meßtabelle: Häufigkeitsverteilung der Modellationsarten I (dünne Randmodellation) und III (verstärkte Randmodellation)

Angaben der Klassengrenzen in Skalenteilen
1 SKT = 2,6 µ

Klassengrenzen:		0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80
Krone	201	1, 25	38, 75	10, 00	26, 25	21, 25	2, 50	0	0
	202	3, 75	21, 25	55, 00	18, 75	1, 25	0	0	0
	203	5, 00	33, 75	31, 25	30, 00	0	0	0	0
	204	10, 00	46, 25	33, 75	10, 00	0	0	0	0
	205	0	15, 00	17, 50	31, 25	18, 75	15, 00	2, 50	0
	206	0	21, 25	55, 00	8, 75	10, 00	3, 75	1, 25	0
	207	16, 25	37, 50	25, 00	8, 75	2, 50	8, 75	1, 25	0
	208	50, 00	40, 00	10, 00	0	0	0	0	0
	209	2, 50	13, 75	16, 25	22, 50	36, 25	8, 75	0	0
	210	3, 75	35, 00	58, 75	2, 50	0	0	0	0
	211	0	11, 25	42, 50	38, 75	5, 00	0	2, 50	0
	212	26, 25	67, 50	6, 25	0	0	0	0	0
	213	41, 25	56, 25	2, 50	0	0	0	0	0
	214	23, 75	42, 50	16, 25	8, 75	8, 75	0	0	0
	215	3, 75	20, 00	37, 50	15, 00	7, 50	3, 75	2, 50	10, 00
Mittelwerte:		12, 50	33, 33	27, 83	14, 75	7, 42	2, 83	0, 67	0, 67

Abb. 14b: - Meßtabelle: Häufigkeitsverteilung der Modellationsart II (dünne Randmodellation)
Angaben der Klassengrenzen in Skalenteilen
1 SKT = 2, 6 µ

Klassengrenzen:		0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80
Krone	401	8,75	28,75	48,75	13,75	0	0	0	0
	402	2,50	56,25	41,25	0	0	0	0	0
	403	6,25	61,25	27,50	5,00	0	0	0	0
	404	17,50	37,50	11,25	28,75	5,00	0	0	0
	405	63,75	36,25	0	0	0	0	0	0
	406	23,75	22,50	40,00	13,75	0	0	0	0
	407	3,75	58,75	31,25	6,25	0	0	0	0
	408	0	27,50	50,00	18,75	3,75	0	0	0
	409	2,50	20,00	45,00	30,00	2,50	0	0	0
	410	51,25	41,25	7,50	0	0	0	0	0
	411	12,50	38,75	31,25	3,75	10,00	2,50	1,25	0
	412	2,50	17,50	41,25	32,50	6,25	0	0	0
	413	15,00	31,25	38,75	10,00	5,00	0	0	0
	414	3,75	50,00	31,25	12,50	2,50	0	0	0
	415	10,00	30,00	36,25	21,25	2,50	0	0	0
Mittelwerte:		14,92	37,17	32,08	13,08	2,50	0,17	0,08	0

Abb. 14c: - Meßtabelle: Häufigkeitsverteilung der Modellationsart IV (verstärkte Randmodellation)
Angaben der Klassengrenzen in Skalenteilen

1 SKT = 2,6 µ

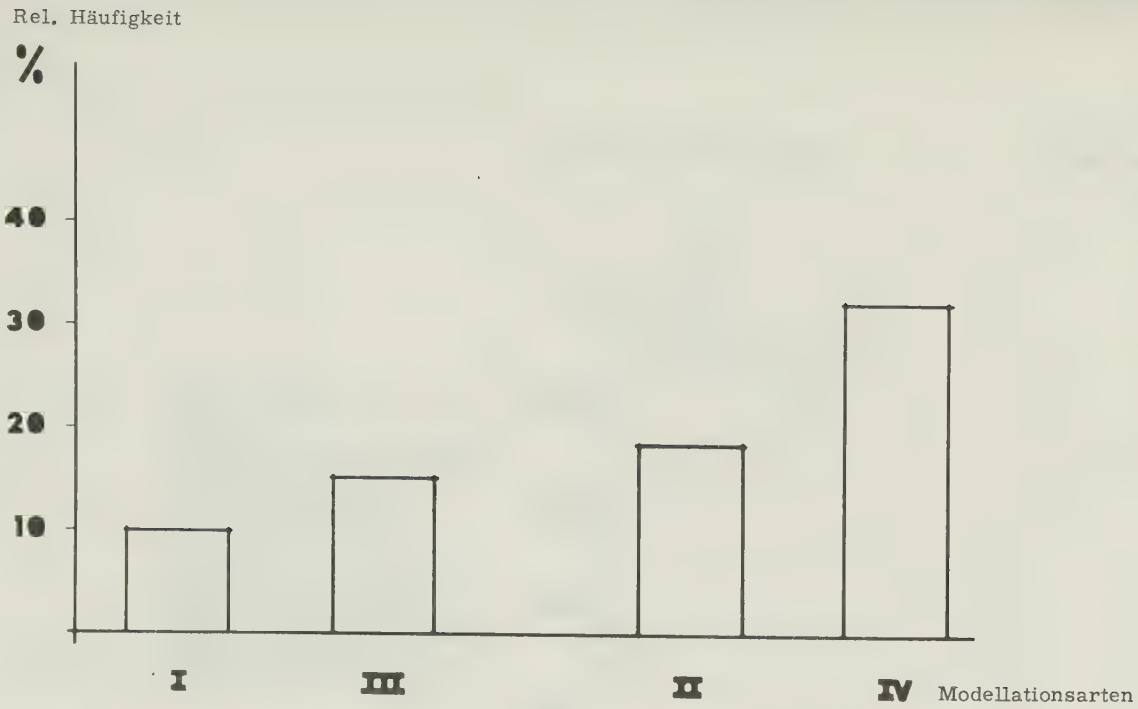


Abb. 15a: Häufigkeit der Spaltbreiten unter 20 SKT bei den Modellationsarten I - IV
Es zeigt sich, daß sowohl beim Vergleich der Modellationsarten mit verkürztem Unterziehwachs (I und III) als auch bei denen mit nicht verkürztem Unterziehwachs (II und IV) die verstärkten Randmodellationen (III und IV) besser abschneiden als die dünnen Randmodellationen (I und II). Der Spalt ist bei der Modellationsart IV am geringsten (siehe auch Abb. 15 b).

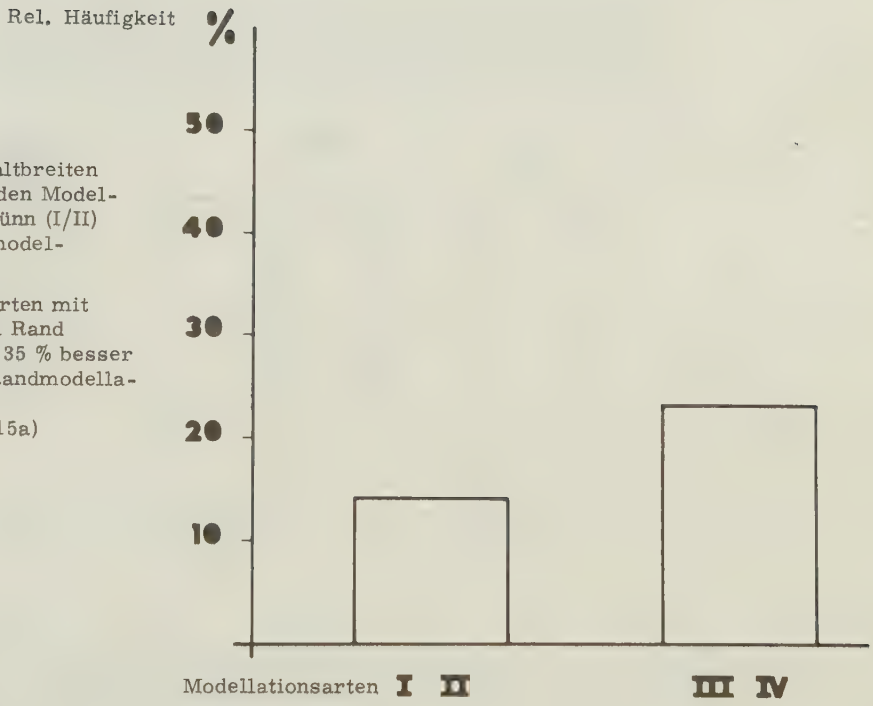


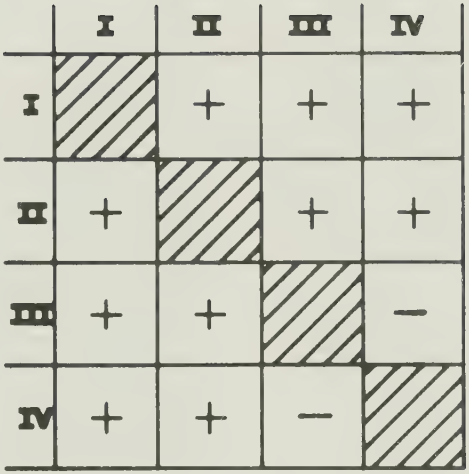
Abb. 15b: Häufigkeit der Spaltbreiten unter 10 SKT bei den Modellationsarten mit dünn (I/II) und dick (III/IV) modelliertem Rand.

Die Modellationsarten mit dick modelliertem Rand schneiden um ca. 35 % besser ab als die dünne Randmodellation.
(Siehe auch Abb. 15a)

Abb. 16: Varianzanalyse aller 4 Modellationsarten.
Irrtumswahrscheinlichkeit 1 %

\+ = signifikant
\- = nicht signifikant

Alle Modellationsarten weisen untereinander signifikante Unterschiede auf. Lediglich der Vergleich der beiden dicken Randmodellationen (III/IV) ergibt keine Signifikanz!



5. DISKUSSION

Ob der Fremdkörper Krone vom Organismus toleriert wird oder nicht, hängt unter anderem von der Sorgfalt und der Methodik ab, mit der sie hergestellt wird.

Bedenkt man, daß bereits eine um 10/1000 mm zu hohe Krone schweren Schaden am Kauorgan - im Extremfall sogar am Gesamtorganismus - verursachen kann, so muß jedermann klar werden, daß das "Feilschen" um einige µ bei den verschiedenen Herstellungsgängen einer Krone durchaus seine Berechtigung hat.

Dabei kommt dem Kronenrand, also der Stelle, wo körpereigene und fremde Materie in innigem Kontakt miteinander stehen, eine ganz besondere Bedeutung zu, da schon ein um wenige 1/100 mm abstehender Kronenrand schwere degenerative Erscheinungen des marginalen Parodontiums und unter Umständen auch den Verlust des Zahnes nach sich ziehen kann.

Wir haben nun in der vorliegenden Arbeit versucht, anhand e i n e s Herstellungsganges, nämlich der Modellation, zu zeigen, inwieweit über sie Einfluß auf den Randspalt und somit zum Teil auch auf die Randqualität zu nehmen ist.

5.1. HERSTELLUNG DER KRONEN

Bei der Herstellung der Kronen verwendeten wir, bei allen 4 Modellationsarten, die gleiche Technik. Dies geschah, um die, das Ergebnis verfälschenden Einflüsse, die durch einen Wechsel der Herstellungsart sicher entstanden wären, so gering wie möglich zu halten.

Als Präparationsart wählten wir die stufenlose, flach konische Präparation, weil sie erstens in praxi die häufigste zu sein scheint und zweitens, weil wir der Meinung sind, an ihr die Darstellung des Unterschiedes zwischen dick- und dünnauslaufender Randmodellation am besten verwirklichen zu können.

Das von manchenAutoren beschriebene Problem, daß bei einer stufenlosen Präparation die Präparationsgrenze an Abdruck und Modell nicht exakt genug dargestellt sei, kann von uns nicht bestätigt werden, da bei unseren Versuchen die Präparationsgrenze immer deutlich zu sehen war.

Die Glättung der präparierten Zähne erfolgte als Kontrast zu einer, parallel zu uns, durchgeführten Arbeit (HÖFT (16)).

Da wir unsere Untersuchungen möglichst praxisnahe durchführen wollten, erfolgten Abdrucknahme, Modellherstellung, Einbettung und Guß gemäß den in unserer Klinik üblichen Verfahren.

Um eine eventuell das Ergebnis verfälschende Beeinflussung durch den Guß ausschließen zu können, wurden jeweils 5 Kronen der dick- und dünnauslaufenden Randmodellation in einem Guß zusammengefaßt (Abb. 17).

Wie aus Abbildung 17 zu entnehmen ist, war diese spezielle Maßnahme unbegründet, denn während bei der dünnen Randmodellationsart II der erste Guß die schlechtesten Ergebnisse brachte, konnten im selben Guß bei der dicken Randmodellationsart IV die besten Werte erzielt werden.

Abb. 17:

- Vergleich der Modellationsarten II und IV in Abhängigkeit der Güsse
  Angaben in Skalenteilen, 1 SKT = 2,6 µ

	MW	
Gu: Nr.	II	IV
1	26,14	18,07
2	23,47	19,92
3	20,78	22,69

MW = Mittelwerte der Modellationsarten

5.2. MODELLATION

5.2.1. Wachs

Um die beim Abkühlen des Wachses entstehende Kontraktion möglichst klein zu halten, überzogen wir den isolierten Modellstumpf mit einer dünnen Schicht Unterziehwachs (Plastodent - Set, Wachs U, Fa. Degussa, Pforzheim), das nach Firmenangaben sich durch eine besondere Kontraktionsarmut auszeichnen soll. Darüber wurde dann das härtere Gußwachs (Plastodent-Set, Wachs G, Fa. Degussa, Pforzheim) aufgetragen.

Obwohl von manchen Autoren, wie z.B. DREYER JØRGENSEN (7) empfohlen wird, das Wachs nicht zu verflüssigen, sondern plastisch aufzutragen, wählten wir das Tauchverfahren, weil wir der Meinung sind, nur dadurch bei allen Kronen gleiche Bedingungen schaffen und unterschiedliche Wachstemperaturen, wie sie beim Erhitzen des Wachses in der offenen Flamme zwangsläufig entstehen, verhindern zu können. Durch dieses Verfahren hofften

wir, verfälschenden Ergebnissen entgegen zu wirken.

5.2.2. Ergebnisse

Am besten schnitt die Modellationsart IV ab, bei der der Rand in Wachs tropfenförmig verdickt modelliert worden war. Es wurden hier mit durchschnittlich 52,5 µ Ergebnisse erzielt, die der Forderung von VOSS (44), der einen Randspalt von 50 µ als optimal bezeichnet, recht nahe kommt.

Mit durchschnittlich 81,2 µ erwies sich die Modellationsart I als die schlechteste. Dies liegt einerseits sicher daran, daß sich der dünn modellierte Rand, im Gegensatz zur dicken Modellationsart IV, beim Abnehmen der Wachskrone vom Modellstumpf aufgebogen hatte (Abb. 18 und 19).

Andererseits ist das schlechte Ergebnis dieser Modellation auch darauf zurückzuführen, daß die Einkerbung an der Innenfläche der Kronen, 2 mm vor dem Kronenrand, mit in die Messung einbezogen wurde (Abb. 7).

Damit kann unter Umständen auch erklärt werden, warum bei der Modellationsart II, bei der das Unterziehwachs nicht abgeschnitten worden war, mit durchschnittlich 60,9 µ bessere Werte trotz dünner Randmodellation erzielt wurden.

Weiter besteht die Möglichkeit, daß sich die Einbeziehung des Unterziehwachses in die Randmodellation in noch nicht geklärter Weise auf den Randschluß günstig ausgewirkt hat.

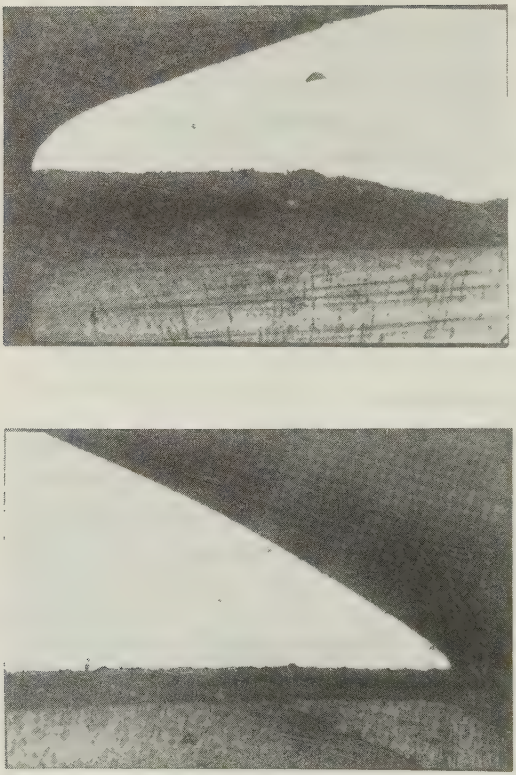


Abb. 18: Vertikalschnitt durch 2 überkronte Molaren bei 80facher Vergrößerung.

oben: Modellationsart I: deutlich ist die Aufbiegung des Kronenrandes zu sehen.

unten: Modellationsart IV: Keine Aufbiegung des Kronenrandes.

Siehe auch Abb. 5a.

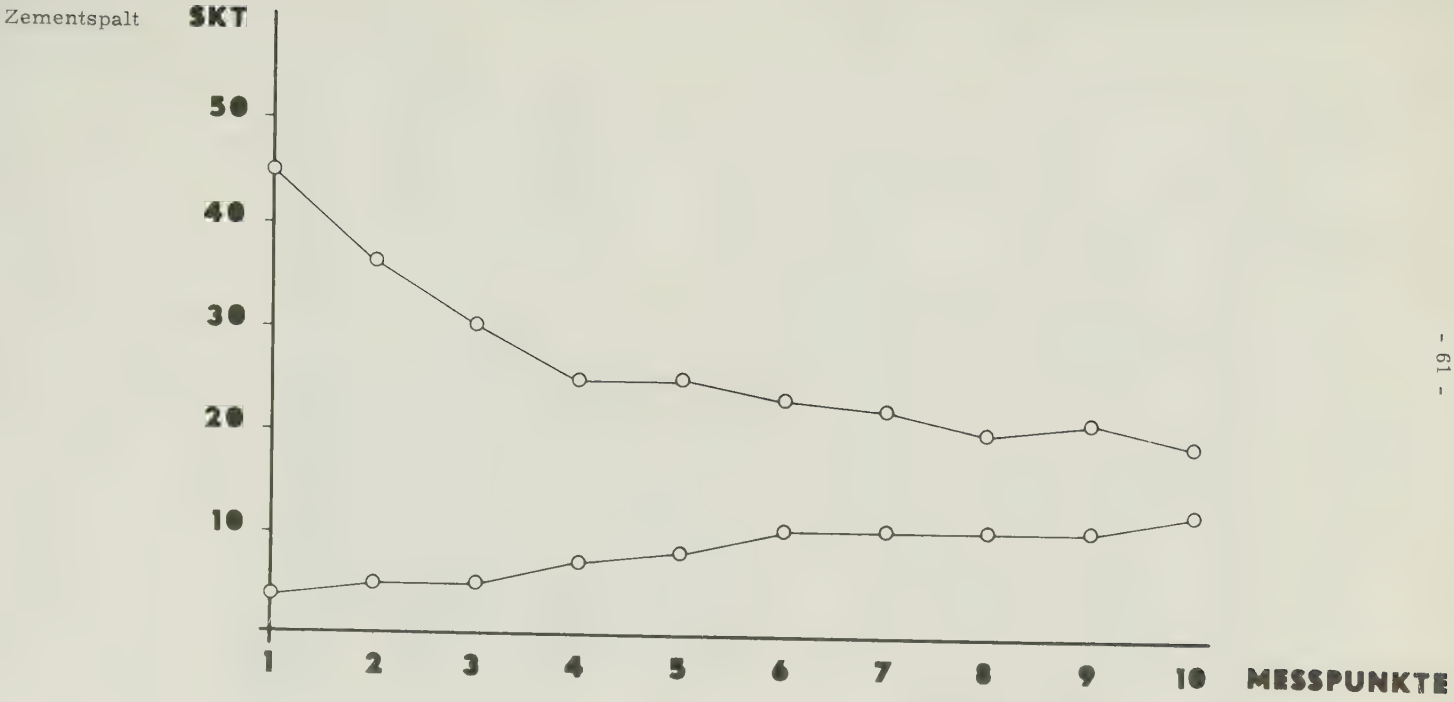


Abb. 19: Schematische Darstellung des Kronenrandes einer repräsentativen Krone der Modellationsart I (obere Kurve, dünne Randmodellation) und Modellationsart IV (untere Kurve, verstärkte Randmodellation).
Die Aufbiegung des Randes bei Modellationsart I ist deutlich zu sehen.
Meßpunkt 1: Der an der Demarkationslinie liegende Meßpunkt
Meßpunkt 10: Der am weitesten occlusal liegende Meßpunkt. (3 mm von der Demarkationslinie entfernt) 1 SKT = 2, 6 µ

5.3. SCHLUSSFOLGERUNG

Für das schlechte Abschneiden der dünnen Modellation können verschiedene Faktoren als maßgeblich angesehen werden:

1) Durch das Abziehen des Wachsmodells vom Stumpf, kann ein dünn modellierter Rand viel leichter aufgebogen werden, als ein dick modellierter.

2) Durch das Herabziehen des Unterziehwachses bis zur Präparationsgrenze wird eine, sich auf den Randschluß negativ auswirkende, Einkerbung am Übergang Unterziehwachs/Gußwachs vermieden.

3) Das Einbeziehen des Unterziehwachses in die Randmodellation übt, in noch nicht völlig geklärter Weise, einen positiven Einfluß auf den Randschluß aus.

4) Durch das Abschneiden des Wachses entlang der Führungsrille, kann ein dünn modellierter Rand eher verletzt und aufgebogen werden als ein dick modellierter.

Diese von HÖFT (16) und SCHMIERER (41) im wesentlichen bestätigten Ergebnisse zeigen, daß die verstärkte Randmodellation in jedem Fall bevorzugt werden sollte. Dabei halten wir es für notwendig, den Stumpf zuerst mit einer dünnen Schicht aus Unterziehwachs zu überziehen, das bis zur Präparationsgrenze reichen sollte. Auf diese Weise erreicht man eine teilweise Kompensation der stärkeren Erstarrungskontraktion des Gußwachses.

Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, kann man auf diese Weise durchaus Werte erzielen, wie sie heute von der Wissenschaft gefordert werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, zu zeigen, inwieweit über die Modellation des Kronenrandes Einfluß auf den Randspalt zu nehmen ist.

Es wurden 40 natürliche Molaren flach konisch, ohne Stufe beschliffen und anschließend geglättet. Nach dem Korrekturabdruck und der Modellherstellung wurden für 4 verschiedene Modellationsarten Kronen hergestellt und auf die präparierten Molaren aufzementiert.

Nach dem Durchsägen der in Epoxydharz eingebetteten Kronen in 2 Hälften, wurde unter dem Auflichtmikroskop die Randspaltbreiten ausgemessen und miteinander verglichen.

Dabei ergaben sich folgende Mittelwerte:

Modellationsart I:	81,2 µ	Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze abgeschnitten. Kronenrand dünn modelliert.
Modellationsart II:	60,9 µ	Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze. Kronenrand dünn modelliert.
Modellationsart III: 5 Kronen	64,7 µ	Unterziehwachs 2 mm vor der Präparationsgrenze abgeschnitten. Kronenrand verstärkt modelliert.

Modellationsart IV:	52,5 µ
15 Kronen	Unterziehwachs reicht bis zur Präparationsgrenze. Kronenrand verstärkt modelliert.

Auch aus der weiteren statistischen Auswertung ergab sich, daß die verstärkte Randmodellation, besonders wenn das Unterziehwachs bis zur Präparationsgrenze reicht, bei der Modellation von Kronen zu bevorzugen ist.

Auf diese Weise lassen sich Ergebnisse erzielen, wie sie heute von der Wissenschaft gefordert werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. BEECK, K.H.: "Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren und ihre praktische Auswertung." Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 470 - 480 (1958)

2. BERGMANN, H. und E. KÖRBER: "Untersuchungen über neue Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken." Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 944 - 948 (1966)

3. CAESAR, H.H.: "Versuchsreihe über Abdruck und Modellmaterial." Dent. Labor 19, 24 - 26 (1971)

4. CAVALLI-SFORZA, L.: "Biometrie, Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik." 4. Aufl. Stuttgart: Fischer (1974)

5. DEGUSSA: DEGUSSA-Brief 42, XII (1972) DEGUSSA G.B. Dental undGoldhalbzeug, Frankfurt/M

6. DEMMEL, H.J.: "Der Einfluß verschiedener Zementsorten auf den Randschluß paßgenauer Kronen." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 700 - 705 (1971)

7. DREYER JØRGENSEN, K.: "Praktische Anleitung in der odontologischen Technologie für Klinik und Laboratorium." Quintess. zahnärztl. Lit. Ref. Nr. 3036, 18 - 84 (1967)

8. DREYER JØRGENSEN, K.: "Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren." Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 461 - 469 (1958)

9. EICHNER, K.: "Der Kronenrand und das marginale Parodontium aus klinischer Sicht." Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 741 - 750 (1969)

10. EICHNER, K. und R. VOSS: "Der Kronenrand." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 742-757 (1971)

11. EIFINGER, F.: "Präparationstechnik und Kavitätenrand." Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1324 - 1332 (1962)

12. FUCHS, P., G. HENNING und O. SPRINGER: "Thermoanalytische Untersuchungen an gips- und phosphatgebundenen Einbettmassen." Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 589 - 599 (1975)

13. FUCHS, W.B. und R. MAYER: "Eine Methode zur Prüfung des Randschlusses eingesetzter Gußfüllungen." Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 625 - 629 (1970)

14. GRAF, U., H.J. HENNING und K. STANGE: "Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik 2." 2. Aufl. Berlin: Springer (1966)

15. GROPP, H.P. und R. SCHWINDLING: "Statistische Feststellungen über fehlerhafte Kronengestaltung mit Folgen auf Zahn, Parodont und Gingiva." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 734 - 772 (1971)

16. HÖFT, R.: "Die Paßgenauigkeit des Kronenrandes in Abhängigkeit der Modellation." Med. Diss. Tübingen 1977

17. HOFMANN, M.: "Der Korrekturabdruck (ein neues Abdruckverfahren für festsitzenden Zahnersatz)." Zahnärztl. Welt/Reform 74, 160 - 164 (1965)

18. HORN, R.H.: "Das Zementieren von Kronen und Brücken." Quintess. zahnärztl. Lit. Ref.Nr. 3162 1 - 4 (1967)

19. HÜTTNER, G.: "Nachuntersuchungen von Kronen und Brückenersatz in Bezug auf den Kronenrand und das marginale Parodontium." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 724 - 729 (1971)

20. JANKE, G.: "Über einige neue erprobte Hilfsmittel zur Erzielung präziser Gußarbeiten." Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 627 - 629 (1965)

21. JUNG, T. und U. QUAST: "Das Gußgefüge am Kronenrand." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 785 - 791 (1971)

22. KÖNIG, G.: "Statistische Untersuchungen zur Reaktion des Zahnfleischrandes nach Eingliederung von Kronenersatz." Med. Diss. Tübingen 1972

23. KÖRBER, E.: "Nachuntersuchungen von Hülsenkronen." Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 519 - 525 (1972)

24. KÖRBER, E. und K. LEHMANN: "Vergleichende Untersuchungen bei Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken." Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 791 - 797 (1969)

25. KÖRBER, K.H. und P. LENZ: "Beitrag zum Problem der Randgestaltung von Ersatzkronen." Zahnärztl. Welt 77, 440 - 445 (1968)

26. KRAFT, E.: "Die Gestaltung des Kronenrandes." Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 750 - 757 (1969)

27. LEHMANN, K.: "Einführung in die Zahnersatzkunde." 1. Aufl., München-Berlin-Wien Urban & Schwarzenberg, 1975

28. LEHMANN, K. und G. LANGE: "Vergleichende Untersuchungen über Modellmaterialien für Kronen und Brücken." Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 819 - 823 (1973)

29. MARXKORS, R.: (zitiert bei VOSS (43)) "Abformung und Modell - praktische Forderung und wissenschaftliche Grundlagen." Detsch. zahnärztl. Z. 27, 96 - 118 (1972)

30. MEINERS, H. und H. UNLAND: "Einfluß der thermischen Wachsentspannung auf die Paßgenauigkeit von Gußkronen." Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 116 - 120 (1975)

31. MOOSLEITNER, R.: "Vergleichsuntersuchungen an Zahnstümpfen mit Band- und Vollgußkronen." Med. Diss. München 1960

32. ONTRUP, D.: "Die Oberflächengestalt der Zahnhartsubstanz nach der Bearbeitung mit umlaufenden Instrumenten." Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 99 - 104 (1960)

33. PETERS, C.: "Experimentelle Untersuchungen des Randschlusses von Metallkronen." Med. Diss. Kiel 1966

34. PFANNENSTIEL, H.: "Das Abformproblem aus der Sicht des zahntechnischen Laboratoriums." Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 579 - 583 (1972)

35. POERTZEL, H.: "Ein vereinfachtes Verfahren für die Herstellung von Edelmetall-Gußarbeiten in der restaurativen Zahnheilkunde." Quintess. zahnärztl. Lit. Ref. Nr. 3181 1 - 7

36. RATHGEB, P.: "Die Isolations-Mikrofilm-Folie Dentape^{R} bei der indirekten Herstellung gegossenen Zahnersatzes." Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 929 - 936 (1972)

37. REHBERG, H.J.: "Exakter Randschluß - was ist das?" Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 696 - 699 (1971)

38. REITHER, W.: "Neue Versuche zur Gußtechnik und ihre Auswertung." Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 1252 - 1258 (1965)

39. REITHER, W. und W. STECK: "Neue Untersuchungen über die Abbindeexpansion verschiedener Einbettmassen." Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1235 - 1243 (1967)

40. SCHMEISSNER, H.: "Über die Metallvollkrone." Dtsch. Zahnärztebl. 19, 304 - 310 (1965)

41. SCHMIERER, A.: "Vergleichende Untersuchungen zur Paßgenauigkeit des Kronenrandes." Med. Diss. Tübingen 1976

42. SINGER, H.: "Fehler bei Kronen und Brücken." Zahnärztl. Welt 6, 231 - 238 (1970)

43. VOSS, R.: "Abformung und Modell - praktische Forderungen und wissenschaftliche Grundlagen." Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 96 - 118 (1972)

44. VOSS, R.: "Grundlagen des Behandlungserfolges bei Kronen und Brücken." Zahnärztl. Welt 78, 397 - 405 (1969)

45. VEST, G.: "Lehrbuch der zahnärztlichen Kronen- und Brückenprothetik." Band I, Basel: Birkhäuser (1951)

46. WEBER, E.: "Grundriß der biologischen Statistik." 7. Aufl., Stuttgart: Fischer (1972)

47. WEIKART, P.: "Grenzen undPrüfung der Gußgenauigkeit." Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 1145 (1956)

48. WINDECKER, H. und K. OHLE: "Einfluß des Herstellungsverfahrens auf den Randschluß von Metallvollkronen." Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 706 - 715 (1971)

49. ZÄHRINGER, W.: "Guß- und Angußkronen. Untersuchungen über die Paßgenauigkeit in Abhängigkeit vom Präparationswinkel." Med. Diss. München 1963

DANKSAGUNG

Für die freundliche Überlassung des Themas möchte ich auf diesem Wege Herrn Prof. Dr. E. Körber meinen herzlichen Dank sagen.

Herrn Zahntechnikermeister R. Balz danke ich für die Beschaffung der extrahierten Zähne.

Frl. K. Stockburger danke ich ebenfalls sehr herzlich für die schnelle Beschaffung der benötigten Materialien.

Für die liebevolle Herstellung der Bildabzüge bin ich Frl. Christine Höft sehr zu Dank verpflichtet.

Den Herren Schubring undKlemt vom Institut für Datenverarbeitung der Universität Tübingen danke ich für ihre geduldige Unterweisung in Statistikfragen sowie für die Aufstellung und Durchführung der Rechenprogrogramme.

LEBENSLAUF

Am 26.1.1948	wurde ich, Dietrich Rösler, als Sohn des Chem. Ing. Hans Rösler und seiner Ehefrau Katharina, geb. Hirsch, in Stetten i.R. geboren.
Von 1954 - 58	Besuch der Volksschule in Waiblingen
1958 - 67	Besuch des Staufergymnasiums in Waiblingen.
Juni 1967	Abitur
1967 - 70	Zahntechnikerlehre in Esslingen
WS 1970/71	Beginn des Zahnmedizinstudiums an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
1971	Vorphysikum
1974	Physikum
15.12.1976	Staatsexamen
Seit April 1977	leiste ich meinen Wehrdienst als Stabsarzt bei der Bundeswehr ab.

City Schnelldruck, Marcusstraße 10, 8700 Würzburg